

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Křižovatka Rudná – Závodní v Ostravě

Intersection Rudna – Zavodni in Ostrava

Student:

Bc. Lenka Svitavská

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lenka Svitavská**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby
Specializace: 02 Dopravní inženýrství
Téma: **Křižovatka Rudná – Závodní v Ostravě**
Intersection Rudna – Zavodni in Ostrava
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je provést analýzu provozu na křižovatce Rudná – Závodní v Ostravě (GPS 49.8020728N, 18.2576097E) a to především v době konání sportovních či kulturních akcí v nedalekých zařízeních (Městský stadion a Ostravar Aréna). Převažující intenzity jsou zde obvykle na ulici Rudná (v obou směrech), v době konání akcí však dochází k výraznému nárůstu intenzit do a z ulice Závodní (SZ směr).

Studentka provede potřebné dopravní průzkumy intenzit a směřování dopravních i pěších proudů a videoanalýzu konfliktních situací (v běžném provozu i v době konání zmíněných akcí), a rovněž analýzu dopravní nehodovosti. Na základě provedených kapacitních či prognostických výpočtů a mikrosimulačních modelů vytvořených v programu PTV VISSIM bude pro období konání akcí navrženo řízení křižovatky pomocí SSZ s pevným signálním plánem (bez využívání ručního řízení, které je v současnosti při takových akcích prováděno policistou). Součástí diplomové práce bude rovněž relevantní výkresová dokumentace.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*

TP 81 *Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích*

TP 188 *Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací – nový předpis*

TP 189 *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*

TP 225 *Prognóza intenzit automobilové dopravy*

TP 235 *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek*

KŘIVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina. *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 184 s. ISBN 978-80-248-3995-0.

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

FOLPRECHT Jan, KŘIVDA Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

KŘIVDA Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

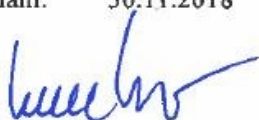
DOLEŽALOVÁ Jarmila, PAVELKA Lubomír. *Pravděpodobnost a statistika* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005, 176 s. ISBN 80-248-0948-6

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2018

Datum odevzdání: 30.11.2018



doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 30. 11. 2018


Svitavská

Bc. Lenka Svitavská

Prohlašuji:

- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ведоми, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3) .
- Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ведоми, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 30. 11. 2018



Bc. Lenka Svitavská

Anotace

SVITAVSKÁ, Lenka. *Křižovatka Rudná – Závodní v Ostravě*. Diplomová práce. VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební 2018, 48 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce Rudná – Závodní v Ostravě. V úvodní části se nachází popis stávajícího stavu. V práci jsou obsaženy výsledky dopravního průzkumu, prognóza dopravy na výhledový rok, kapacitní výpočty, dopravní nehodovost a videoanalýza konfliktních situací. Dále je zde uveden návrh signalizačního zařízení křižovatky. Práce také obsahuje simulační modely v programu PTV VISSIM včetně statistických porovnání jednotlivých variant.

Annotation

SVITAVSKÁ, Lenka. *Intersection Rudna – Zavodni in Ostrava*. Thesis. VŠB – TU Ostrava, Faculty of Civil Engineerin 2018, 48 p. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

The aim of the work is to analyze road safety at the intersection Rudná – Závodní in Ostrava. In the first part there is description of the current state. In the thesis there are included the results of the traffic survey, traffic forecast for the prospective year, capacity calculations, traffic accidents and videoanalysis of conflict situations. Furthermore, there are alternative proposals for the trafficc signal control of intersection. Thesis also includes simulation models in the program PTV VISSIM including statistical comparisons of individual modifications.

Klíčová slova

Křižovatka, Ostrava, Rudná, Závodní, dopravní průzkum, doprava, intenzita dopravy, nehodovost, dopravní značení, bezpečnost dopravy, kapacitní posouzení, světelně řízená křižovatka, světelné signalizační zařízení, PTV VISSIM

Keywords

Intersection, Ostrava, Rudná, Závodní, traffic investigation, transport, traffic intensity, accidents, traffic signs, traffic safety, capacity assessments, traffic lights, traffic signal control, PTV VISSIM

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Stávající stav křižovatky	12
2.1 Popis lokality a křižovatky	12
3. Dopravní průzkum	14
3.1 Označení paprsků a směrů.....	14
3.2 Popis jednotlivých paprsků křižovatky	16
3.3 Intenzita dopravy.....	21
3.4 Intenzita chodců a tramvaje.....	22
4. Videoanalýza konfliktních situací.....	24
5. Dopravní nehodovost na křižovatce.....	30
6. Kapacita stávajícího stavu.....	33
6.1 Současné intenzity.....	33
7. Kapacitní posouzení průsečné křižovatky pro výhledový stav	44
7.1 Výhledový stav – varianta 1	46
7.2 Výhledový stav – varianta 2.....	47
7.3 Výhledový stav – varianta 3	48
7.4 Výhledový stav – varianta 4.....	50
8. Vytváření modelu v programu PTV VISSIM	52
9. Simulace v programu PTV VISSIM	53
9.1 Statické porovnání.....	53
9.2 Vizualizace	56
10. Vyhodnocení variant	57
11. Závěr.....	58
SEZNAM LITERATURY	60
SEZNAM OBRÁZKŮ	61
SEZNAM TABULEK.....	62
SEZNAM GRAFŮ.....	63

SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE	63
SEZNAM PŘÍLOH	63
PŘÍLOHY	65

Použité zkratky

JDVM	jednotná dopravní vektorová mapa
KS	konfliktní situace
MK	místní komunikace
PK	pozemní komunikace
TP	technické podmínky
ÚKD	úroveň kvality dopravy
SSZ	světelně signalizační zařízení

Seznam veličin

a	podélný sklon vjezdu [%]
a_v	stupeň vytížení [-]
b	vzdálenost mezi kolizními body
C_v	kapacita vjezdu [pvoz/h]
C	kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
C_e	kapacita výjezdu [pvoz/h]
C_i	kapacita vjezdu [pvoz/h]
C_n	základní kapacita jízdního pruhu [pvoz/h]
G_n	základní kapacita dopravních proudů [pvoz/h]
I	intenzita dopravního proudu [pvoz/h]
I_i	intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]
I_n	intenzita dopravního proudu n [pvoz/h]
I_v	výhledová intenzita dopravy [pvoz/den]
k	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok [-]

k_{obl}	koeficient oblouku [-]
k_{skl}	koeficient sklonu [-]
L	celkový ztrátový čas za cyklus [-]
$max\ y$	maximální stupeň saturace [-]
n	dopravní proud [-]
Rez	rezerva kapacity [pvoz/h]
S_i	saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h]
$S_{zákl}$	základní saturovaný tok [pvoz/h]
S_v	saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]
t_{bezp}	bezpečnostní odstup vozidla a chodce [s]
t_C	délka cyklu [s]
t_{Copt}	optimální délky cyklu [s]
t_w	střední doba zdržení [s]
Y	celkový stupeň saturace [-]
y	stupeň saturace vjezdu [-]
z	délka zeleného signálu [s]
z_{min}	minimální délka zeleného signálu [s]
z_o	délka části zeleného signálu neovlivněná protisměrem [s]
z_p	délka zeleného signálu v protisměru [s]
z'	délka efektivní zelené [s]

1. Úvod

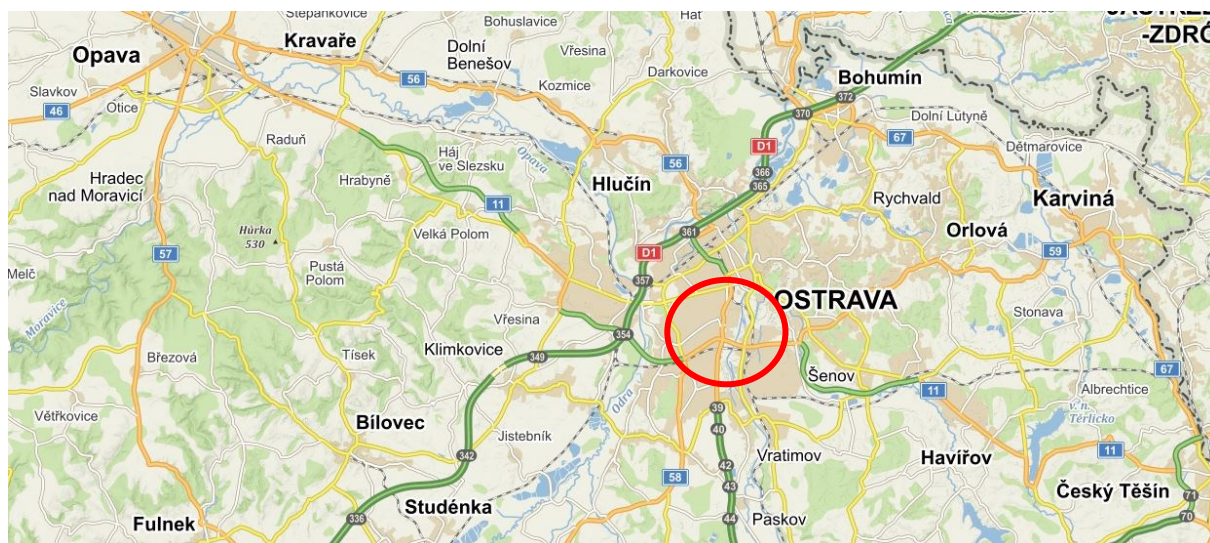
Cílem této diplomové práce je analyzovat provoz na průsečné křižovatce Rudná – Závodní silnice I/11 a místní komunikace I. třídy zejména v době konání sportovních či kulturních akcí v blízkých zařízeních jako je Městský stadion a Ostravar Aréna. Bude provedeno směřování dopravních a pěších proudů a dopravní průzkum průsečné křižovatky jak v běžném provozu, tak v době konání akcí. Na základě potřebných průzkumů a dále provedených potřebných kapacitních či prognostických výpočtů bude pro období konání akcí navrženo řízení křižovatky pomocí SSZ s pevným signálním plánem. Řízení křižovatky v době akcí je prováděno policistou a návrh světelného signalizačního zařízení toto ruční řízení nahradí. Vizualizace světelně signalizačního řízení průsečné křižovatky bude provedena v programu PTV VISSIM.

2. Stávající stav křižovatky

2.1 Popis lokality a křižovatky

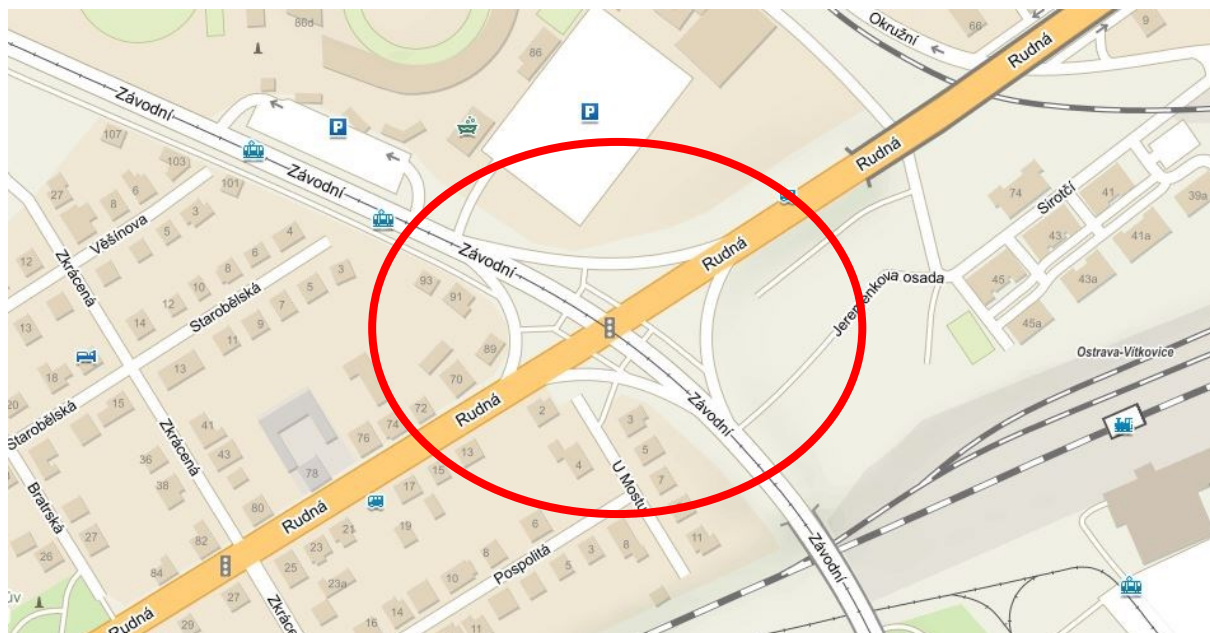
Křižovatka Rudná – Závodní se nachází ve městě Ostrava, v Moravskoslezském kraji. Jedná se o statutární, krajské a univerzitní město na severovýchodě České Republiky, poblíž hranic s Polskem. Ostrava leží na soutoku řek Odry, Opavy, Ostravice a Lučiny.

Řešená křižovatka se nachází v městském obvodu Ostrava - Vítkovice. Tento městský obvod leží na levém břehu řeky Ostravice na východě moravské části města.



Obrázek 1 - Mapa širších vztahů – zájmová oblast [10]

Křižovatka Rudná – Závodní je čtyřramenná, průsečná, vedena v intravilánu. Je tvořena pozemní komunikací I. třídy silnicí Rudná I/11 a místní komunikací I. třídy Závodní označenou jako komunikace funkční skupiny B – sběrná, jejíž funkce je dopravní a obslužná. Ulice Rudná je vedena jako hlavní pozemní komunikace a tvoří hlavní tah do městské části Poruba a následně směr Opava, na dálnici směrem na Brno a v opačném směru na Havířov a Český Těšín. Ulice Závodní je vedena jako vedlejší pozemní komunikace a tvoří spojnici mezi ulicí Rudnou a Ruskou.



Obrázek 2 - Křižovatka Rudná – Závodní [10]

3. Dopravní průzkum

Pro řešenou křižovatku Rudná – Závodní jsem provedla vlastní dopravní průzkum sledování a sčítání dopravy. Průzkum jsem uskutečnila dne 6. 6. 2018, v běžný pracovní den (středa) na hudební akci kapely Scorpions. Sledovala jsem intenzitu vozidel a proud chodců po skončení akce v časovém úseku od 21:00 – 22:00 hodin. Časový úsek jsem rozdělila po 15 minutách.

Sčítání dopravy a proudy chodců jsem zaznamenávala na videokameru a do jednotlivých sčítacích archů pomocí čárkové metody. Ukázka pracovního sčítacího archu je přiložena v příloze č. 1

Vozidla jsem rozdělila do kategorií, a to na lehká, střední, těžká, návěsy, autobusy a osobní automobily. Z naměřených hodnot jsem následně určila složení a intenzitu dopravy a intenzitu chodců na jednotlivých paprscích křižovatky.

3.1 Označení paprsků a směrů

Paprsek A – Ulice Závodní, místní komunikace I. třídy, směr 1 vlevo na ulici Rudnou

- Ulice Závodní, místní komunikace I. třídy, směr 2 rovně
- Ulice Závodní, místní komunikace I. třídy, směr 3 vlevo na ulici Rudnou

Paprsek B – Ulice Rudná, silnice I/11, směr 4 vlevo na ulici Závodní

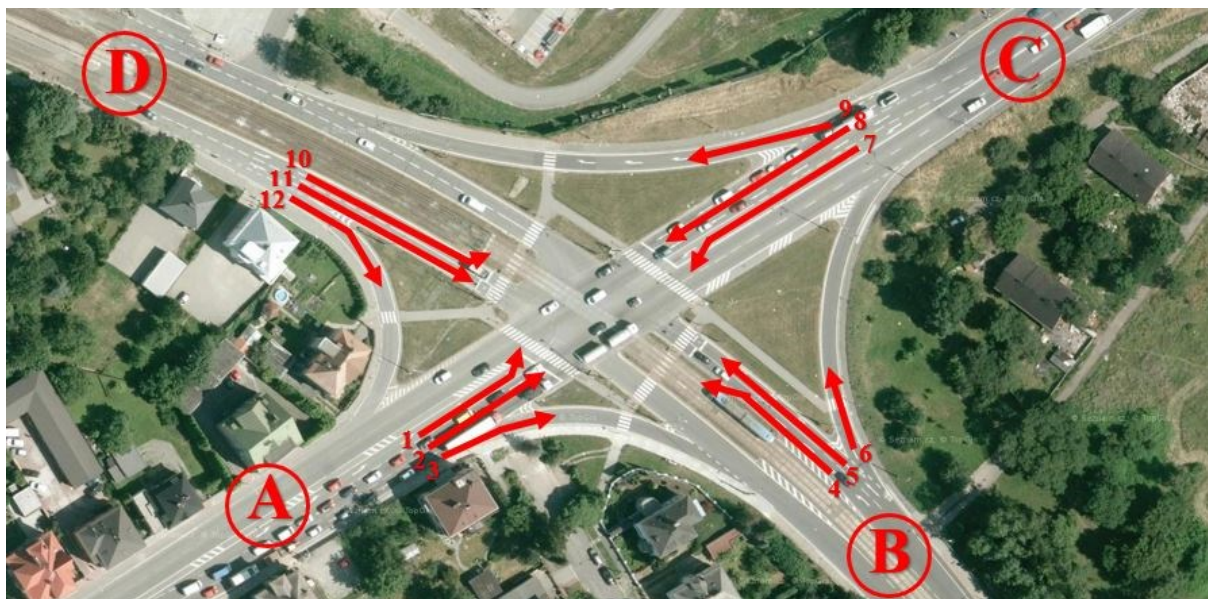
- Ulice Rudná, silnice I/11, směr 5 rovně
- Ulice Rudná, silnice I/11, směr 6 vlevo na ulici Závodní

Paprsek C – Ulice Rudná, silnice I/11, směr 10 vlevo na ulici Závodní

- Ulice Rudná, silnice I/11, směr 11 rovně
- Ulice Rudná, silnice I/11, směr 12 vpravo na ulici Závodní

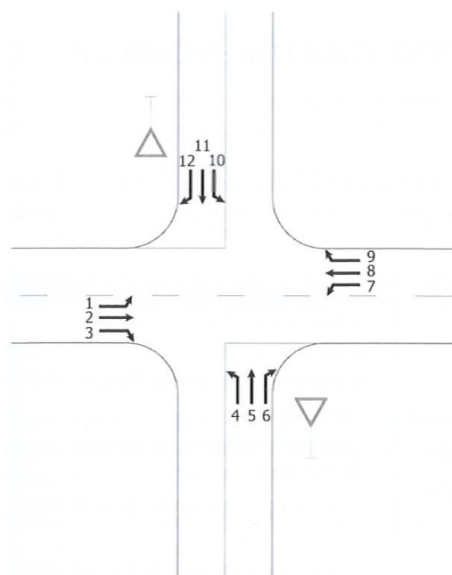
Paprsek D – Ulice Závodní, místní komunikace I. třídy, směr 7 vlevo na ulici Rudnou

- Ulice Závodní, místní komunikace I. třídy, směr 8 rovně
- Ulice Závodní, místní komunikace I. třídy, směr 9 vpravo na ulici Rudnou



Obrázek 3 - Satelitní pohled na křižovatku Rudná - Závodní, její ramena a směry [10]

Označení paprsků a jednotlivých dopravních proudů křižovatky jsem provedla podle následujícího obrázku č. 3, který je uveden v *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek*.



Obrázek 4 - Sjednocené číslování dopravních proudů v průsečné křižovatce [1]

Hlavní pozemní komunikací je ulice Rudná, silnice I. třídy, a vedlejší pozemní komunikací je ulice Závodní, místní komunikace I. třídy.

3.2 Popis jednotlivých paprsků křižovatky

Paprsek A



Obrázek 5 - Paprsek A - silnice I/11 ulice Rudná

Tento paprsek je tvořen směry 1, 2 a 3 hlavní pozemní komunikace, silnice I/11 ulice Rudná. Pozemní komunikace je hlavní tah na města Havířov a Český Těšín. Tato pozemní komunikace se skládá z pětiproudové komunikace o celkové šířce 24 m, lemována z obou dvou stran chodníky o šířce 2 m. Na tomto rameni křižovatky se nachází přechod pro chodce. Maximální povolená rychlost je 50 km/h.

Při vjezdu na paprsek křižovatky vodorovné dopravní značení tvoří přerušovací čára V2b, podélná svislá čára V1a, šikmé rovnoběžné čáry V13 a přechod pro chodce V7a.

Při výjezdu z paprsku křižovatky vodorovné dopravní značení tvoří vodící čára V4, přerušování čára V2b, podélná svislá čára V1a, stopčára V5, směrové šipky V9a, šikmé rovnoběžné čáry V13 a přechod pro chodce V7a.

Svislé dopravní značení při vjezdu tvoří značení “Hlavní pozemní komunikace“ P2, a “Nejvyšší dovolená rychlost“ B20a.

Při výjezdu svislé dopravní značení tvoří značení “Hlavní pozemní komunikace“ P2, “Řadící pruhy“ IP19 s omezením provozu na pravém odbočení značkou “Zákaz vjezdu

vyznačených vozidel“ B12, “Přikázaný směr objíždění vpravo a vlevo“ C4c a “Tři barevná soustava se směrovými signály“ S2, “Dvoubarevná soustava se signály pro chodce“ S9. Na pravém odbočném bajpásu je svislé dopravní značení “Dej přednost v jízdě!“ P4, “Přechod pro chodce“ IP6 a “Přerušované žluté světlo“ S7.

Paprsek B



Obrázek 6 - Paprsek B - místní komunikace, ulice Závodní

Jedná se o směry 4, 5 a 6 na místní komunikaci I. třídy ulice Závodní označenou jako komunikace funkční skupiny B – sběrná, jejichž funkce je dopravní a obslužná, která spojuje ulici Rudnou a ulici Místeckou. Místní pozemní komunikace se skládá z pětiproudové komunikace a dvou tramvajových pásů o celkové šířce 24 m. Komunikace je označena svislým dopravním značením. Maximální povolená rychlost je 50 km/h.

Na vjezdu paprsku vodorovné dopravní značení tvoří vodící čára V4, přerušování čára V2b a přechod pro chodce V7a.

Při výjezdu z paprsku tvoří vodorovné dopravní značení vodící čára V4, přerušovaná čára V2b, podélná svislá čára V1a, stopčára V5, směrové šipky V9a, šikmé rovnoběžné čáry V13 a přechod pro chodce V7a, piktogramový koridor pro cyklisty V20 a prostor pro cyklisty V19.

Svislé dopravní značení na vjezdu je tvořeno značením “Hlavní pozemní komunikace” P2, “Příkazaný směr odbočení vpravo” C4a.

Svislé dopravní značení na výjezdu z paprsku tvoří značení “Dej přednost v jízdě!” P4, “Příkazaný směr odbočení vpravo” C4a, “Řadící pruhy” IP19, “Konec vyhrazeného jízdního pruhu” IP 20b, které platí pro cyklisty, “Příkazaný směr objíždění vpravo a vlevo” C4c a “Tři barevná soustava se směrovými signály” S2, “Dvoubarevná soustava se signály pro chodce” S9 a “Výzvodové návěstidlo pro tramvaj”. Na pravém odbočném bajpásu je svislé dopravní značení “Dej přednost v jízdě!” P4, “Přechod pro chodce” IP6 a “Přerušované žluté světlo” S7.

Paprsek C



Obrázek 7 - Papřsek C- silnice I/11 ulice Rudná

Zahrnuje směry 7, 8 a 9 hlavní pozemní komunikace, silnice I/11 ulice Rudná. Tato PK tvoří hlavní tah na Opavu a dálnici směrem na Brno. Pozemní komunikace je pětiproudová o celkové šířce 24 m. Maximální povolená rychlost je 50 km/h.

Na vjezdovém paprsku vodorovné dopravní značení tvoří vodící čára V4, přerušování čára V2b, podélná svislá čára V1a, šikmé rovnoběžné čáry V13 a přechod pro chodce V7a.

Vodorovné značení na výjezdovém paprsku tvoří vodící čára V4, přerušovaná čára V2b, podélná svislá čára V1a, stopčára V5, směrové šipky V9a, “Šikmé rovnoběžné čáry“ V13 a přechod pro chodce V7a.

Svislé dopravní značení na vjezdu tvoří značení “Hlavní pozemní komunikace“ P2, “Přikázaný směr odbočení vlevo“ C4b.

Svislé dopravní značení na výjezdu tvoří značení “Hlavní pozemní komunikace“ P2, “Řadící pruhy“ IP19 s omezením provozu na levém odbočení značkou “Zákaz vjezdu vyznačených vozidel“ B12, “Přikázaný směr objíždění vpravo a vlevo“ C4c a “Tři barevná soustava se směrovými signály“ S2, “Dvoubarevná soustava se signály pro chodce“ S9. Na pravém odbočném bajpásu je svislé dopravní značení “Dej přednost v jízdě!“ P4, “Přechod pro chodce“ IP6 a “Přerušované žluté světlo“ S7.

Paprsek D



Obrázek 8 - Paprsek D - místní komunikace ulice Závodní

Jedná se o směry 10, 11 a 12 na místní komunikaci I. třídy ulice Závodní označenou jako komunikace funkční skupiny B – sběrná, jejichž funkce je dopravní a obslužná, která spojuje ulici Rudnou a ulici Ruskou. Skládá se z pětiproudové komunikace a dvou tramvajových pásů o celkové šířce 24 m. Komunikace je označena svislým dopravním značením, po obou stranách vedeny chodníky o šířce 2 m. Maximální povolená rychlost je 50 km/h.

Při vjezdu na paprsek křižovatky VDZ tvoří vodící čára V4, přerušování čára V2b, podélná svislá čára V1a, šikmé rovnoběžné čáry V13 a přechod pro chodce V7a.

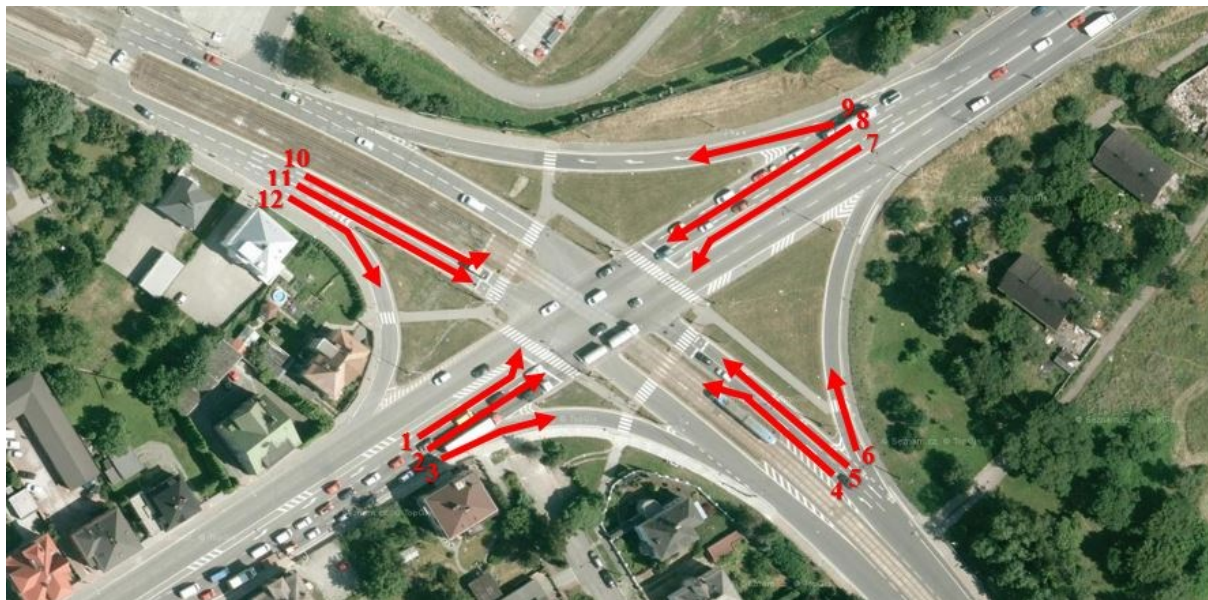
Při výjezdu z paprsku křižovatky VDZ tvoří vodící čára V4, přerušování čára V2b, podélná svislá čára V1a, stopčára V5, směrové šipky V9a, šikmé rovnoběžné čáry V13 a přechod pro chodce V7a, piktogramový koridor pro cyklisty V20 a prostor pro cyklisty V19.

Svislé dopravní značení na vjezdu tvoří značení “Hlavní pozemní komunikace“ P2, “Příkazaný směr objíždění vpravo“ C4c a “Přechod pro chodce“ IP6.

Svislé dopravní značení při výjezdu z paprsku tvoří značení “Konec hlavní pozemní komunikace“ P3, “Řadící pruhy“ IP19, “Příkazaný směr objíždění vpravo a vlevo“ C4c, “Dej přednost v jízdě!“ P4 a “Tři barevná soustava se směrovými signály“ S2, “Dvoubarevná soustava se signály pro chodce“ S9 a “Výzvové návěstidlo pro tramvaj“. Na pravém odbočném bajpásu je svislé dopravní značení “Dej přednost v jízdě!“ P4, “Přechod pro chodce“ IP6 a “Přerušované žluté světlo“ S7.

3.3 Intenzita dopravy

Sčítání jednotlivých směrů dopravy proběhlo po 15 minutách v časovém úseku večer od 21:00 do 22:00 hodin v době konání koncertu zahraniční kapely Scorpions.



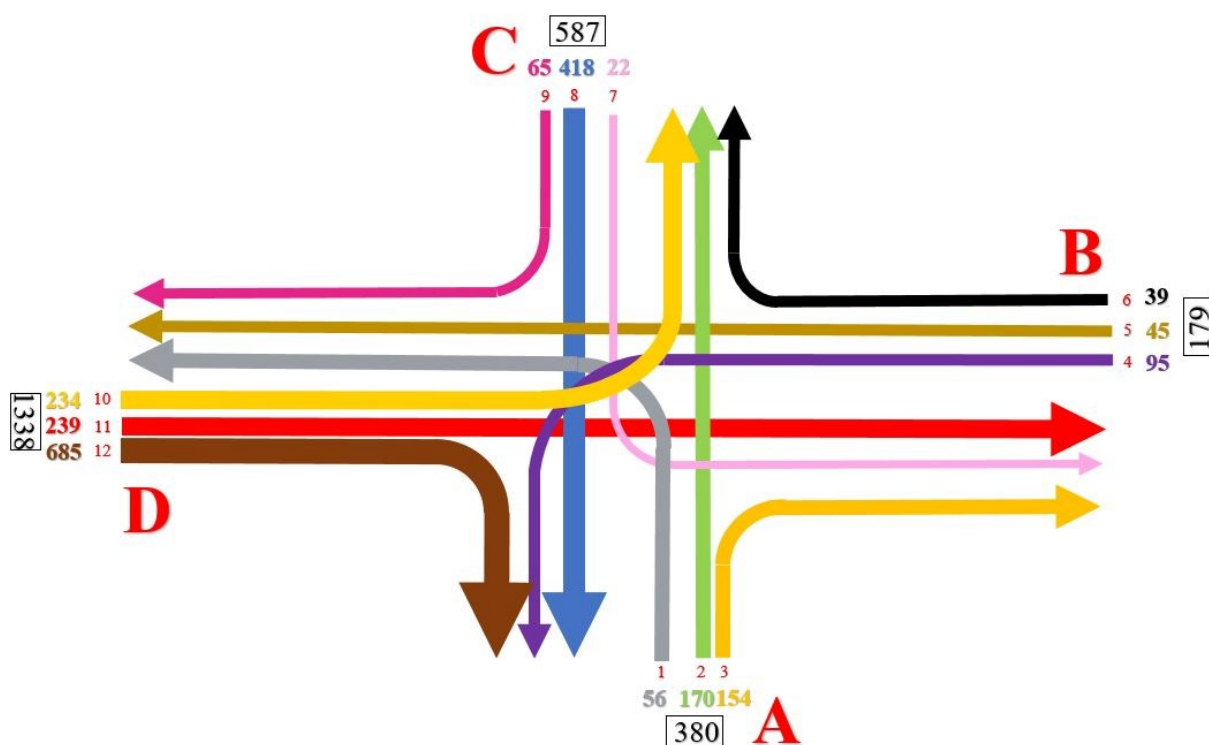
Obrázek 9 - Označení směrů křižovatky [10]

Jednotlivé výsledky dopravního průzkumu jsou uvedeny v tabulce č. 1 viz níže.

Tabulka 1 - Intenzity dopravy během dopravního průzkumu

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [voz/h]
A	1	vlevo	54
	2	rovně	159
	3	vpravo	154
B	4	vlevo	95
	5	rovně	49
	6	vpravo	36

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [voz/h]
C	7	vlevo	20
	8	rovně	396
	9	vpravo	62
D	10	vlevo	244
	11	rovně	239
	12	vpravo	683



Obrázek 10 - Pentlogram dopravního průzkum [voz/h]

3.4 Intenzita chodců a tramvaje

Během dopravního průzkumu jsem zkoumala jak intenzitu automobilové dopravy, tak i intenzitu chodců a tramvají.

Paprsek A

Na paprsku A se nachází jeden přechod pro chodce, který vede přes hlavní pozemní komunikaci ulici Rudnou. Intenzita chodců zde byla na hodnotě 10.

Paprsek B

Na paprsku B se nachází 2 přechody pro chodce přes ulici Závodní, které jsou rozděleny tramvajových pásem. V době dopravního průzkumu byl přechod používán zřídka, oproti okolním přechodům. Jeho intenzita byla na hodně 5.

Paprsek C

Nachází se zde jeden přechod pro chodce, který vede přes hlavní pozemní komunikace ulici Rudnou. Intenzita chodců na tomto paprsku byla již vyšší a to 80 chodců. Chodci tento

přechod většinou využívali v době červeného signálu na přilehlém rameni D, aby si zkrátili dobu čekání a následně pak přecházeli dál po přechodu na paprsku B směrem na ulici Rudnou.

Paprsek D

Zde se nachází dva přechody pro chodce přes ulici Závodní, rozděleny tramvajovým pásem. Intenzita byla celkově 60 chodců, přičemž většina chodců tímto přechodem přecházela, aby se dostala k parkovišti, které se nachází u Městského stadionu.

Celkově intenzita chodců byla spíše nárazová po skončení akce. Po jejím skončení se počet chodců zásadně omezil.

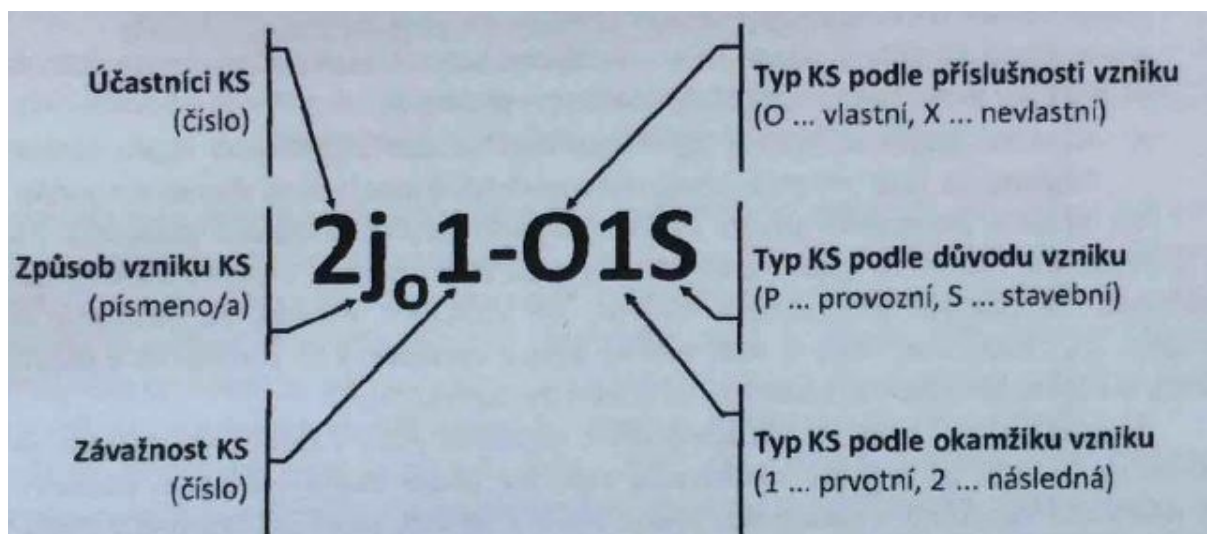
Zaznamenaná intenzita tramvají v době průzkumu byla 11 tramvají v každém jejím směru.

4. Videoanalýza konfliktních situací

Na základě videonáhravky, kterou jsem pořídila při svém dopravním průzkumu, jsem posoudila konfliktní situace na řešené křižovatce, které mohou zapříčinit dopravní nehodu. Při zpracování videoanalýzy jsem se řídila dle dokumentu *Konfliktní situace v silniční dopravě*. [2] a *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy* [3].

„Konfliktní situace je takový okamžik či situace v silničním provozu, kdy vzniká, resp. může vzniknout, pro některé účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každé dopravní nehodě nemusí samozřejmě předcházet právě konfliktní situace, jež lze také nazývat jako tzv. skoronehodu. Naopak lze rovněž říci, že každá dopravní nehoda je důsledek takové konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu odvrátit. Konfliktní situace jsou tedy potenciální nehodové situace a jejich typ pak předurčuje typ dopravní nehody.“ [3]

Označení jednotlivých konfliktních situací jsem prováděla dle následujícího vzorce, který je uveden na obrázku č. 11.



Obrázek 11 - Označování konfliktních situací [3]

Typ konfliktní situace podle příslušnosti vzniku [3]:

- vlastní konfliktní situace (O) – situace souvisí přímo s provozem na sledovaném místě
- nevlastní konfliktní situace (X) – situace vzniká na jiném místě než je místo sledované

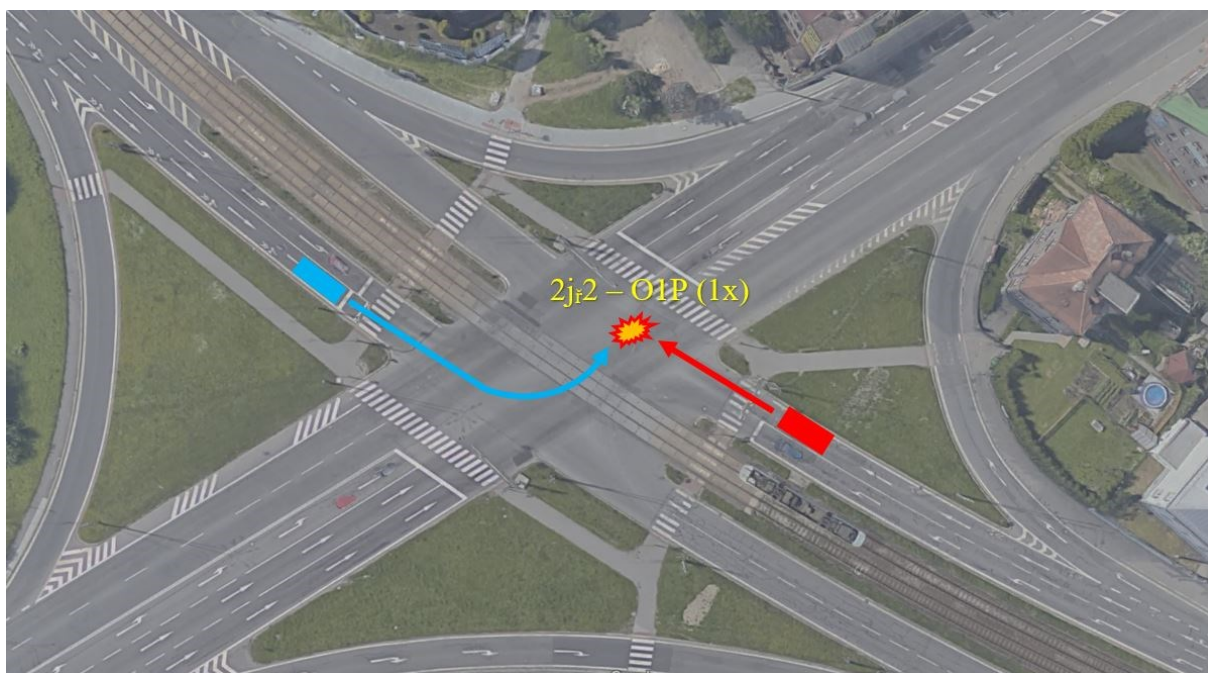
Typ konfliktní situace podle důvodu vzniku [3]:

- provozní konfliktní situace (P) – situace je zapříčiněna pouze samotným řidičem
- stavební konfliktní situace (S) – situace je zapříčiněna jak řidičem, ale (mnohdy především) nevhodně navrženými stavebními prvky

Typ konfliktní situace podle okamžiku vzniku [3]:

- prvotní konfliktní situace (1) – situace, jež nejsou vyvolány jinou situací
- následné konfliktní situace (2) – situace vyvolány jinou situací

Mezi první konfliktní situací, kterou jsem zaznamenala, bylo špatné zařazení vozidla do jízdního pruhu. Řidič vozidla se zařadil do jízdního pruhu, který vedl rovně na ulici Závodní směrem na Hrabůvku stále po ulici Závodní. Následně, kdy měl rovný jízdní pruh zelený signál, začal odbočovat směrem doleva na ulici Rudnou. Vznikla tedy konfliktní situace, kdy auta která jela rovně na ulici Závodní ze směru Hrabůvka, musela přibrzdit a jet opatrně, protože řidič který špatně odbočoval, najel více do jejich pruhu. Naštěstí nedošlo ke střetu vozidel. Konfliktní situace se během dopravního průzkumu stála jednou a je znázorněna na obrázku č. 12 viz níže.

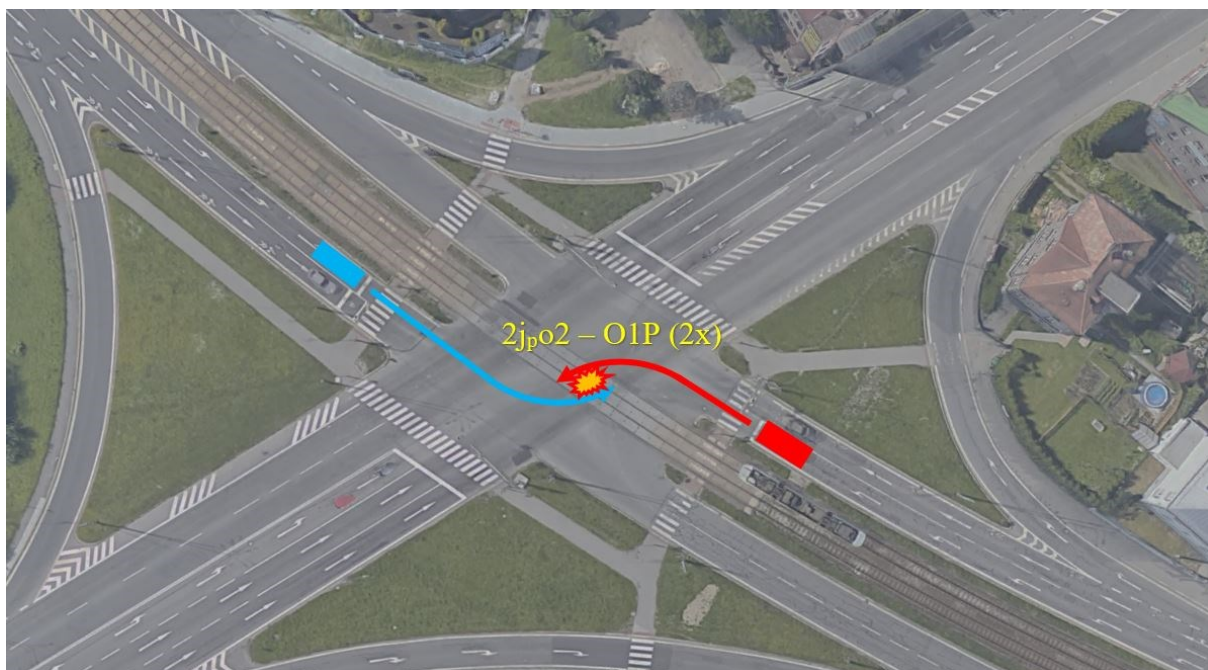


*Obrázek 12 - Konfliktní situace při špatném zařazení vozidla do jízdního pruhu
(zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)*

Dle označování konfliktních situací, bych tuto konfliktní situaci označila 2j_r2 – O1P, kde jednotlivé značení znamená:

- 2 účastníkem konfliktu je automobil
- j_r najetí vozidla do jiného řadícího pruhu
- 2 konfliktní situace (bez násilné reakce)
- O vlastní konfliktní situace
- 1 prvotní konfliktní situace
- P provozní konfliktní situace

Dalším přestupek bylo špatné křížení při odbočování vlevo. Řidič, který odbočoval vlevo z ulice Závodní na ulici Rudnou, si špatně najel do křižovatky a zabránil protijedoucímu autu ve správném odbočení. Vozidla se tedy míjela po levé straně, místo po pravé. Následující řidiči pak tuto chybu už neudělali. Provoz v křižovatce se při tomto špatném křížení na chvíli zpomalil. Celkově se v době mého dopravního průzkumu tato konfliktní situace stala dvakrát. Nedošlo však k žádnému střetu vozidel. Situace je opět graficky znázorněna na obrázku č. 13 viz níže.

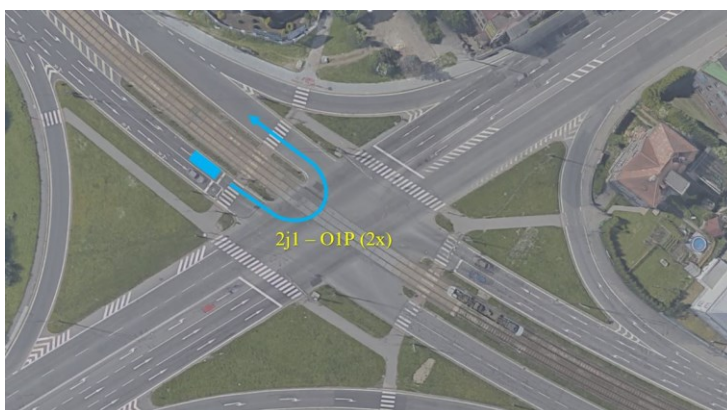
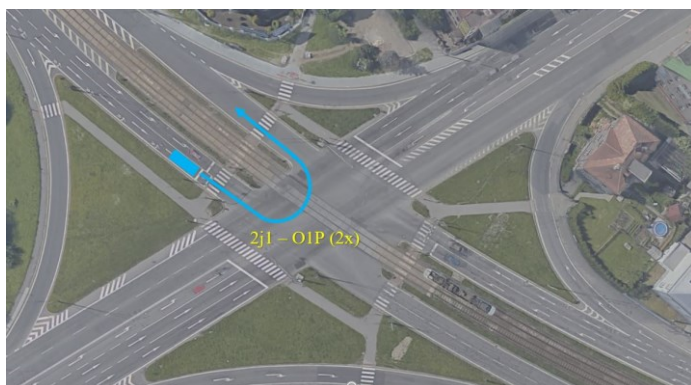


Obrázek 13 - Konfliktní situace špatného křížení při levém odbočení
(zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)

Konfliktní situaci bych označila jako 2j_po2 – O1P, kde jednotlivé označení znamená:

- 2 účastníkem konfliktu je automobil
- j_p najetí vozidla do protisměr
- o omezení (ohrožen) v jízdě
- 2 konfliktní situace (bez násilné reakce)
- O vlastní konfliktní situace
- 1 prvotní konfliktní situace
- P provozní konfliktní situace

Dopravním přestupkem bylo i otáčení vozidla v křižovatce. Tato situace se během videonalyzy stala dvakrát, zejména na ulici Závodní. Řidiči z přímého směru nebo při odbočení vlevo po zeleném signálu vjeli do křižovatky a následně se v ní otočili a jeli zpátky v protisměrném pruhu. Přestupek je znázorněn na obrázku č. 14.

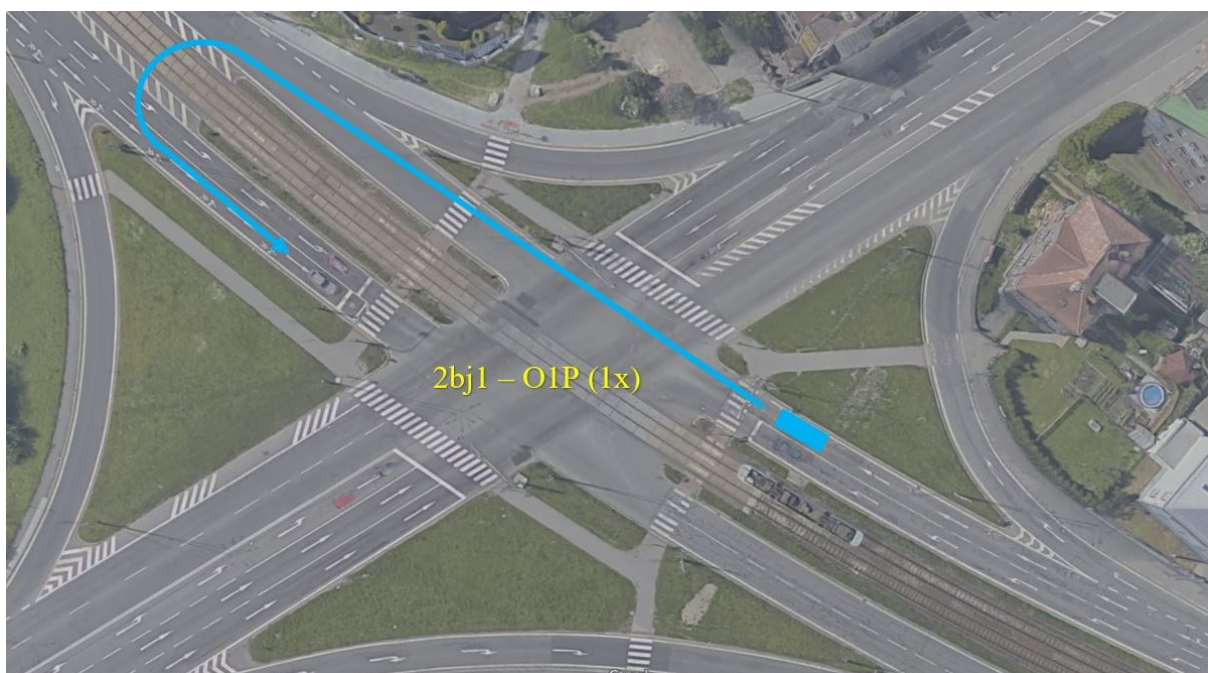


*Obrázek 14 - Konfliktní situace při otáčení vozidel v křižovatce
(zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)*

Zde bych konfliktní situaci označila jako 2j1 – O1P, kde jednotlivé označení znamenají:

- 2 účastníkem konfliktu je automobil
- j špatný způsob jízdy (obecně)
- 1 potenciální konfliktní situace (bez reakce)
- O vlastní konfliktní situace
- 1 prvotní konfliktní situace
- P provozní konfliktní situace

Jako posledním přestupek bych zmínila otáčení vozidla na tramvajovém pásu. Řidič vozidla, který jel po ulici Závodní směrem do Hrabůvky, projel křižovatku a následně za ní se otočil na tramvajovém pásu a pokračoval zpět v protisměrném pruhu. Během průzkumu se tato situace stala jednou a je znázorněna na obrázku č. 15 viz níže.



*Obrázek 15 - Konfliktní situace při otáčení se na tramvajovém pásu
(zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)*

Tuto konfliktní situaci bych označila jako 2b01 – O1P, kde jednotlivé označení znamená:

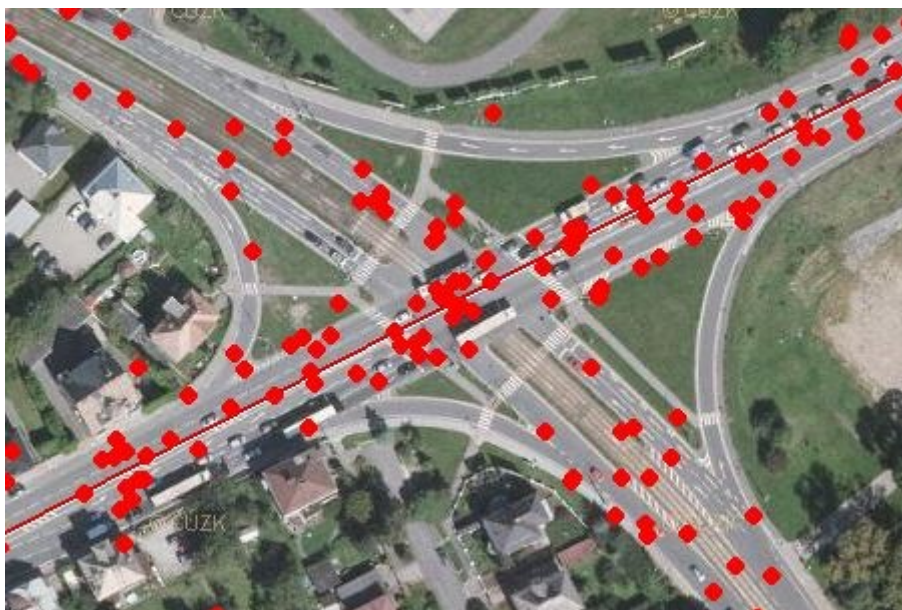
- 2 účastníkem konfliktu je automobil
- b nejasné chování bez zjevné příčiny
- o omezení (ohrožení) v jízdě
- 1 potenciální konfliktní situace (bez reakce)
- O vlastní konfliktní situace
- 1 prvotní konfliktní situace
- P provozní konfliktní situace

Ze strany chodců, cyklistů a tramvají nebyly zaznamenány žádné přestupky, přestože intenzita chodců v době dopravního průzkumu byla zvýšená.

Během mého natáčení a měření dopravního průzkumu se nestaly žádné vážné dopravní nehody, jednalo se pouze o přestupky.

5. Dopravní nehodovost na křižovatce

Pro zjištění základních informací na řešené průsečné křižovatce jsem využila webové stránky Ministerstva dopravy a mapu grafického informačního systému jednotné dopravní vektorové mapy. [4] Posuzované období bylo zvoleno od 1. 1. 2009 do 5. 10. 2018.



Obrázek 16 - Nehodovost na křižovatce [4]

Výsledné údaje ze statistického vyhodnocení nehodovosti v silničním provozu ve vybrané lokalitě jsou znázorněny v tabulce č. 2.

Tabulka 2 - Všeobecný přehled nehodovosti [4]

Všeobecný přehled o nehodách v zadané lokalitě	Počet
Nehody celkem	83
Nehody s následkem na zdraví	22
Nehody s usmrcením osoby	0
Nehody těžce zraněných osob (stav do 24 hod)	2
Nehody lehce zraněných osob (stav do 24 hod)	23

Tabulka 3 - Nehodovost podle hlavní příčiny [4]

Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem	29	0	0	5
Jízda na "červené světlo"	12	0	1	5
Proti příkazu dopravní značky DEJ PŘEDNOST	6	0	1	5
Nezvládnutí řízení vozidla	5	0	0	1
Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	4	0	0	0
Vyhýbaní bez dostatečné boční vůle	4	0	0	0
Chyby při udání směru jízdy	4	0	0	0
Při odbočení vlevo	3	0	0	2
Jízda po nesprávné straně, vjetí do protisměru	2	0	0	1
Nesprávné otáčení nebo couvání	1	0	0	0
Při odbočování vlevo souběžně jedoucím vozidlu	1	0	0	0

Z výše uvedené tabulky č. 3 lze vidět, že nejčastějším typem dopravní nehody podle hlavních příčin bylo nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, a to ve 29 případech. Řidiči podcení nebo špatně odhadnou vzdálenost od vozidla před sebou a natlačí se na něj. Dojde pak lehce ke srážce při rozjetí anebo při náhlém brzdění. Jako dalším typem nehody je jízda na "červené světlo" a to ve 12 případech. V domnění že řidiči jízdou ještě stihnou projet křižovatku na "zelené světlo" anebo nedobrzdnou na "oranžové světlo" vzniká kolize již s rozjetým vozidlem, které vjíždí na křižovatku na své "zelené světlo". Mezi časté nehody patří také nerespektování dopravní značky DEJ PŘEDNOST anebo nezvládnutí vozidla či nedostatečné věnování se řízení. Naopak za méně častým druhem nehody je nesprávné otáčení nebo couvání, odbočování vlevo souběžně jedoucím vozidlu. V tabulce č. 3 je pouze výběr nejčastějších druhů nehod.

Tabulka 4 - Nehodovost podle druhu nehody [4]

Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	64	0	1	18
Srážka s tramvají	8	0	1	2
Srážka s pevnou překážkou	5	0	0	2
Havárie	3	0	0	0
Jiný druh nehody	2	0	0	0
Srážka s chodcem	1	0	0	1

Další tabulka č. 4 ukazuje statistiku nehod podle druhu nehody. Nejčastějším druhem nehody byla srážka s nekolejovým vozidlem, a to v 64 případech kde bylo 18 osob lehce zraněno a 1 osoba těžce zraněna. Zaviněním tímto druhem nehody došlo z nedbalostí řidičů, ignorováním předností nebo nezvládnutí svého vozidla. Dalším nejčastějším druhem byla srážka s tramvají, a to v 8 případech. Řidič nerespektuje přednost tramvaji anebo si myslí, že ještě stihne v daný okamžik zabočit nebo ji předjet.

Nejčastěji docházelo k dopravním nehodám ve dne při dobré viditelnosti a dobrých povětrnostních podmínkách, dále pak v noci, kdy viditelnost nebyla zhoršena a byly dobré povětrnostní podmínky. Naopak v noci, kdy byla zhoršena viditelnost a povětrnostní podmínky se stala 1 nehoda. Statistiky nehod podle viditelnosti lze vidět níže v tabulce č. 5.

Tabulka 5 - Nehodovost podle viditelnosti

Druh nehody	Počet nehod	Usmrcené osoby	Těžce zraněné osoby	Lehce zraněné osoby
Ve dne, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	61	0	0	16
V noci - s veřejným osvětlením, viditelnost nezhoršená vlivem povětrnostních podmínek	15	0	2	6
Ve dne, zhoršená viditelnost (stmívání, soumrak)	4	0	0	1
Ve dne, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, sněžení déšť apod.)	2	0	0	0
V noci - s veřejným osvětlením, zhoršená viditelnost vlivem povětrnostních podmínek (mlha, déšť, sněžení apod.)	1	0	0	0

6. Kapacita stávajícího stavu

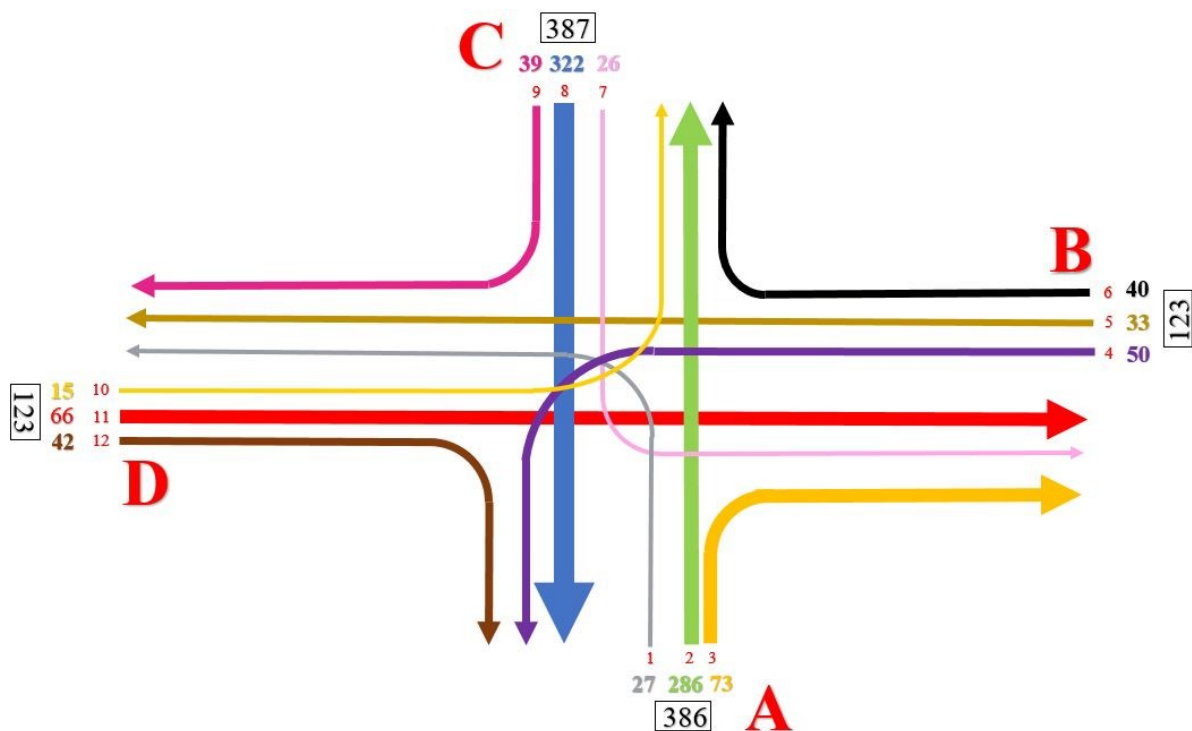
6.1 Současné intenzity

Dle *TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek* [5] jsem provedla příslušné kapacitní výpočty pro určení úrovně kvality dopravy. Současné intenzity mi byly poskytnuty firmou Ostravské komunikace a.s. [6]. Jednotlivé intenzity během časového rozmezí od 21:00 – 22:00 hodin jsou znázorněny v následující tabulce č. 6.

Tabulka 6 - Intenzity stávajícího stavu v čase 21:00 - 22:00 hodin

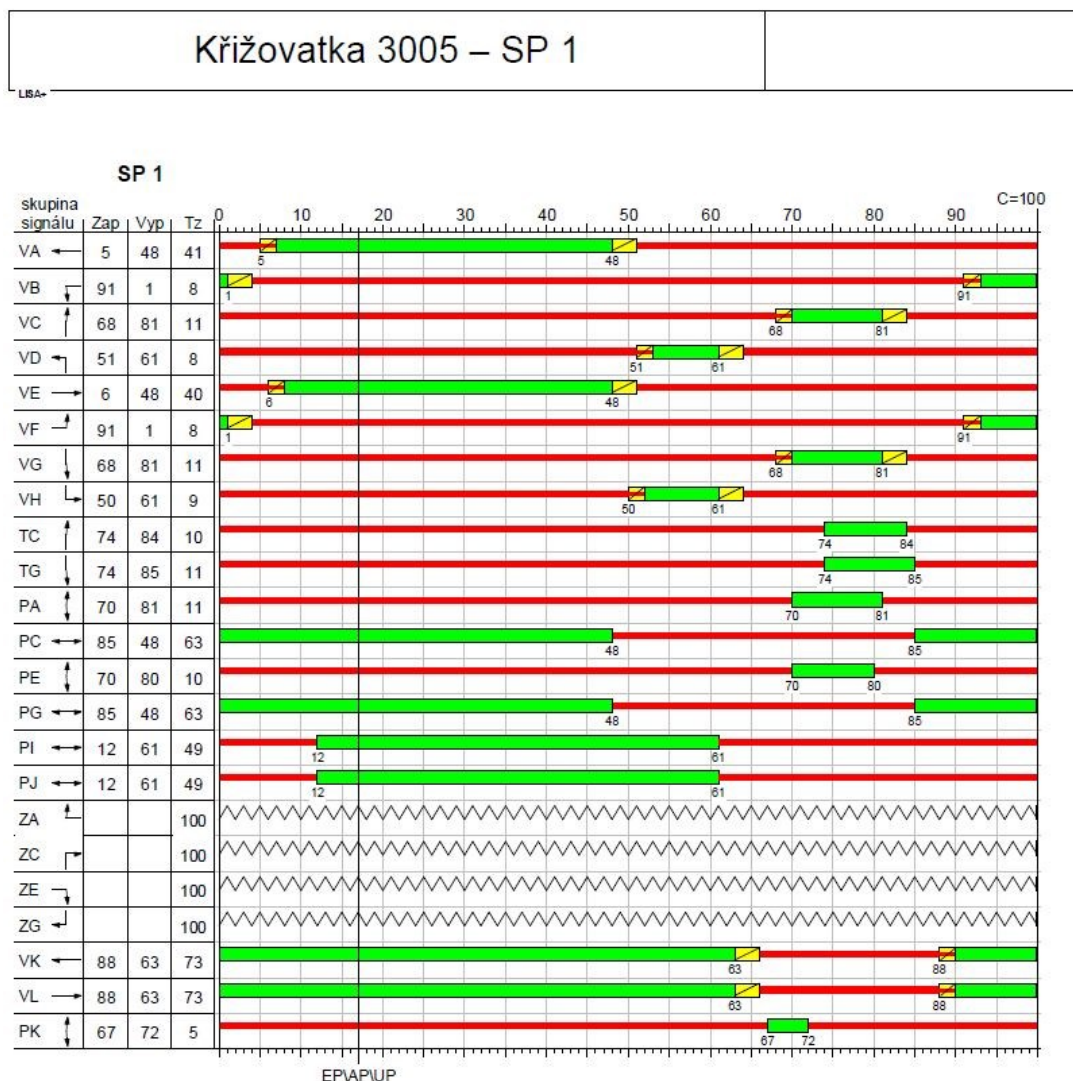
Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [voz/h]
A	1	vlevo	27
	2	rovně	286
	3	vpravo	73
B	4	vlevo	50
	5	rovně	33
	6	vpravo	40

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [voz/h]
C	7	vlevo	26
	8	rovně	322
	9	vpravo	39
D	10	vlevo	15
	11	rovně	66
	12	vpravo	42



Obrázek 17 - Pentlogram stávajícího stavu [voz/h]

Tyto intenzity byly naměřeny v běžný pracovní den bez konání akcí v blízkém Městském stadionu a Ostravar Aréně. Signální plán pro stávající stav je na obrázku č. 18 a byl poskytnut firmou Ostravské Komunikace a. s [6]. Na obrázku je uveden signální plán pro ranní špičku a pro odpolední špičku je signální plán uveden v příloze č. 2.



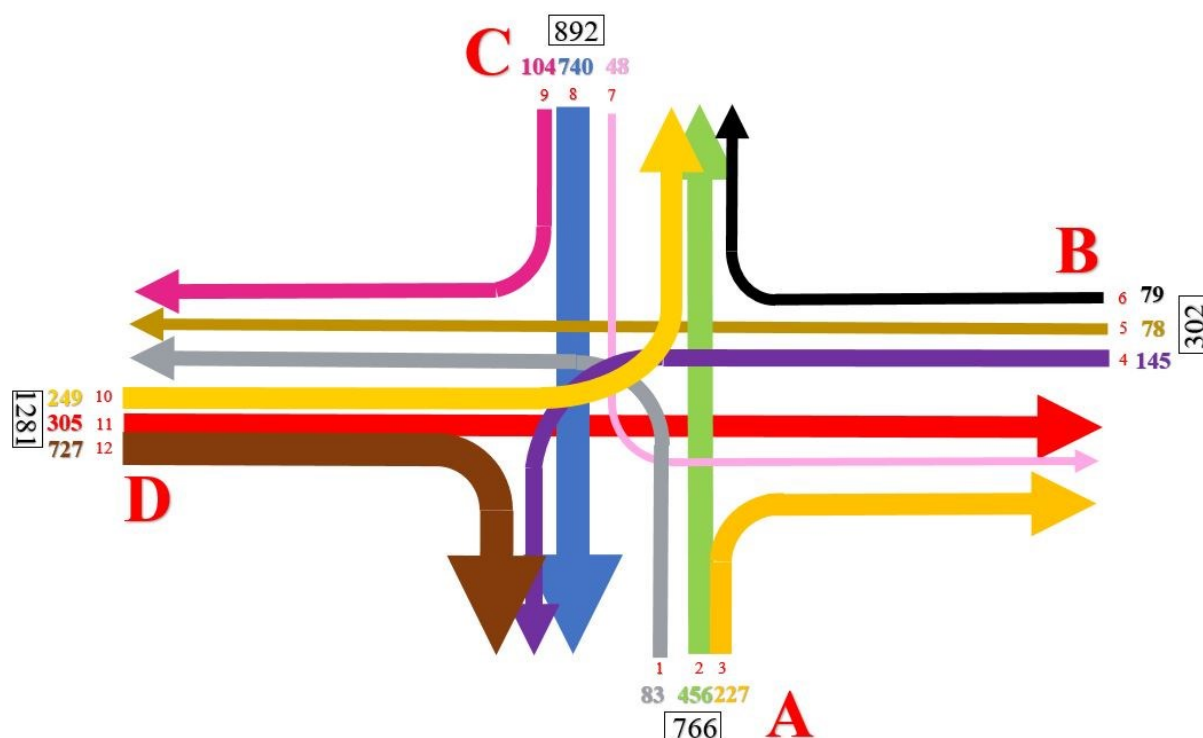
*Obrázek 18 - Signální plán stávajícího stavu ranní špička
(zdroj: Ostravské komunikace, a.s.)[9]*

Pro posouzení křižovatky v době konání akcí jsem k běžným intenzitám připočítala již přenásobené intenzity z naměřeného dopravního průzkumu. Celkové intenzity jsou uvedeny v tabulce č. 7. viz níže.

Tabulka 7 - Intenzity stávajícího stavu společně s dopravním průzkumem

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [pvoz/h]
A	1	vlevo	83
	2	rovně	456
	3	vpravo	227
B	4	vlevo	145
	5	rovně	78
	6	vpravo	79

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [pvoz/h]
C	7	vlevo	48
	8	rovně	740
	9	vpravo	104
D	10	vlevo	249
	11	rovně	305
	12	vpravo	727



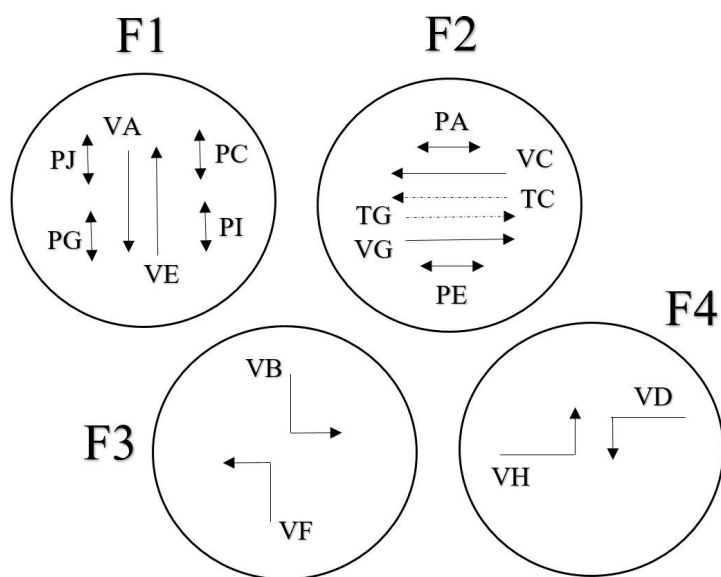
Obrázek 19 - Pentlogram stávajícího stavu společně s akcemi [pvoz/h]

Kapacitní výpočet pro posouzení křižovatky, zda vyhoví při stávajícím stavu společně s intenzitami vozidel v době konání akcí, a návrh signálního plánu pro tento stav, jsem provedla metodou saturovaného toku, jejichž principem je stanovení délky cyklu a signálů volno v závislosti na stupních saturace vjezdů v jednotlivých fázích. Postupovala jsem dle již zmíněné TP 235 [5] a také dle TP 81 *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích* [7].

Jednotlivé dopravní proudy, jejichž označení je uvedeno v tabulce č. 8, jsem rozdělila do příslušných fází. Fázové schéma je znázorněno na následujícím obrázku č. 20.

Tabulka 8 - Označení dopravních proudů při fázích SSZ

Paprsek	Dopravní proud	Označení dopr. proudu	Směr
A	1	VE	rovně
	2	VF	vlevo
	Chodci	PE	rovně
B	5	VC	rovně
	4	VD	vlevo
	Chodci	PI	rovně
	Chodci	PC	rovně
	Tramvaj	TC	rovně
C	8	VA	rovně
	7	VB	vlevo
	Chodci	PA	rovně
D	11	VG	rovně
	10	VH	vlevo
	Chodci	PJ	rovně
	Chodci	PG	rovně
	Tramvaj	TG	rovně



Obrázek 20 - Fázové schéma stávajícího stavu s akcemi

Saturovaný tok řadicího pruhu se určí dle základního saturovaného toku dle vztahu [5]

$$S_i = S_{zákl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} \quad (1)$$

kde:

S_i je saturovaný tok řadicího pruhu [pvoz/h]

$S_{zákl}$ základní saturovaný tok [pvoz/h]

k_{skl} koeficient sklonu [-]

k_{obl} koeficienty oblouku [-]

Základní saturovaný tok pro návrh světelně řízené křižovatky je 2000 pvoz/h.

Koeficient sklonu, který vyjadřuje vliv podélného sklonu na vjezd, se počítá podle vztahu [5].

Pokud je vodorovný vjezd anebo je vjezd v klesání, zadává se hodnota $k_{skl} = 1$.

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a \quad (2)$$

kde:

k_{skl} je koeficient sklonu [-]

a podélný sklon vjezdu [%]

Koeficient oblouku, který vyjadřuje vliv poloměru oblouku při odbočení a podílu odbočujících vozidel na saturovaný tok, se vypočítá dle vztahu [5]:

$$k_{obl} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} \quad (3)$$

kde:

k_{obl} je koeficient oblouku [-]

R poloměr oblouku pro odbočení [m]

f podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu (0 až 1) [-]

Pokud je přímý směr, tak hodnota koeficientu oblouku je rovna 1.

Z výše uvedených vzorců jsou výsledné hodnoty uvedeny v tabulce č. 9.

Tabulka 9 - Saturevaný tok řadících pruhů

Vjezd	Fáze	I _v	S _{zákl}	sklon	α	k _{skl}	R	f	k _{obl}	S _i
-	-	<i>pvoz/h</i>	<i>pvoz/h</i>	%	-	-	<i>m</i>	-	-	<i>pvoz/h</i>
VA (<)	1	740	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000
VE (>)	1	456	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960
VC (^)	2	78	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000
VG (v)	2	305	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960
VB (VLEVO)	3	48	2000	-1,5	0	1,00	12,00	0,06	0,99	1985
VF (VLEVO)	3	83	2000	0	0	1,00	15,00	0,14	0,99	1972
VH (VLEVO)	4	249	2000	0	0	1,00	18,00	0,64	0,95	1899
VD (VLEVO)	4	145	2000	1,5	1,5	0,98	18,00	0,65	0,95	1859

Saturevaný tok vjezdu vyjadřuje součet saturevaných toků jednotlivých řadících pruhů, které společně tvoří jeden vjezd a vypočítá se dle vztahu [5]:

$$S_v = \sum_{i=1}^{n_p} S_i \quad (4)$$

kde:

S_v saturevaný tok vjezdu [pvoz/]

S_i saturevaný tok jednoho řadícího pruhu [pvoz/h]

n_p počet řadících pruhů, které společně tvoří jeden vjezd [-]

Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce č. 10.

Tabulka 10 - Saturevaný tok vjezdu

S _i	n _p	S _v
<i>pvoz/h</i>	-	<i>pvoz/h</i>
2000	2	2000
1960	2	1960
2000	1	2000
1960	1	1960
1985	1	1985
1972	1	1972
1899	1	1899
1859	1	1859

Při návrhu signálního plánu průsečné křižovatky za stávajících intenzit a intenzit v době konání akcí jsem postupovala níže uvedeným postupem.

Stupeň saturace vjezdu se určuje pro každý vjezd. Vypočítá se dle vztahu [7]:

$$y = \frac{I_v}{S_v} \quad (5)$$

kde:

y	stupeň saturace vjezdu [-]
I_v	návrhová intenzita na vjezdu [pvoz/h]
S_v	saturovaný tok vjezdu [pvoz/]

Poté jsem určila celkový stupeň saturace, který vyjadřuje součet stupňů saturace všech kritických vjezdů v jednotlivých fázích křižovatky, a vypočítá se podle vztahu [7]:

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y \quad (6)$$

kde:

Y	celkový stupeň saturace [-]
i	pořadové číslo i-té fáze v cyklu
n	počet fází v jednom cyklu

Ztrátový čas pro každou fázi je roven mezičasu. Mezičas vyjadřuje časový interval od konce signálu volno signální skupiny po začátek signálu volno kolizní signální skupiny. Během této doby musí poslední tzv. vyklizující vozidlo projíždějící v končící době signálu volno bezpečně opustit kolizní plochu dříve, než první tzv. najíždějící vozidlo jedoucí v době signálu volno v kolizním směru této kolizní plochy dosáhne. Tabulka mezičasů je součástí přílohy č. 2. Ztrátový čas je roven vztahu [7]:

$$l = t_m [s] \quad (7)$$

Celkový ztrátový čas za cyklu je součet ztrátových časů každé fáze. [7]:

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \sum_{i=1}^n t_{mi} \quad (8)$$

kde:

L	celkový ztrátový čas za cyklus [s]
i	i-tá fáze v cyklu
n	počet fází v jednom cyklu
l_i	ztrátový čas pro i-tou fázi
t_{mi}	mezičas mezi kritickými vjezdy v končící a následující fázi

Optimální cyklus $t_{c,opt}$ je takový cyklus, při kterém je celkové zdržení náhodně přijíždějících vozidel za daných podmínek minimální [7]:

$$t_{c,opt} = \frac{1,5 \cdot L}{1-Y} \quad (9)$$

kde:

$t_{c,opt}$	optimální cyklus [s]
L	celkový ztrátový čas na cyklu [s]
Y	celkový stupeň saturace[s]

Reálná délka cyklu t_c [s]. V tomto rozmezí je vyjádřeno, že reálný cyklus se blíží cyklu optimálnímu a časové ztráty náhodně přijíždějících vozidel se podstatně nemění. [7]:

$$0,75 \cdot t_{c,opt} < t_c < 1,5 \cdot t_{c,opt} \quad (10)$$

Délka zelené z, která se určí pro kritické vjezdy v jednotlivých fázích [7].

$$Z = \frac{may \cdot y \cdot (t_c - L)}{Y} \quad (11)$$

kde:

z	délka zelené [s]
y	stupeň saturace [-]
Y	celkový stupeň saturace [-]
t_c	délka cyklu [s]
L	celkové ztrátový čas za cyklus [s]

Vy výpočtu se také využívá délka efektivní zelené, která se určí z reálné délky signálu podle tabulky č. 11.

Tabulka 11 - Délka efektivní zelené [5]

Délka zeleného signálu z [s]	Délka efektivní zelené z' [s]
5 - 7	$z + 1,0$
8 - 10	$z + 0,5$
≥ 11	z

Kapacita běžného vjezdu [5]:

$$C_v = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} \quad (12)$$

kde:

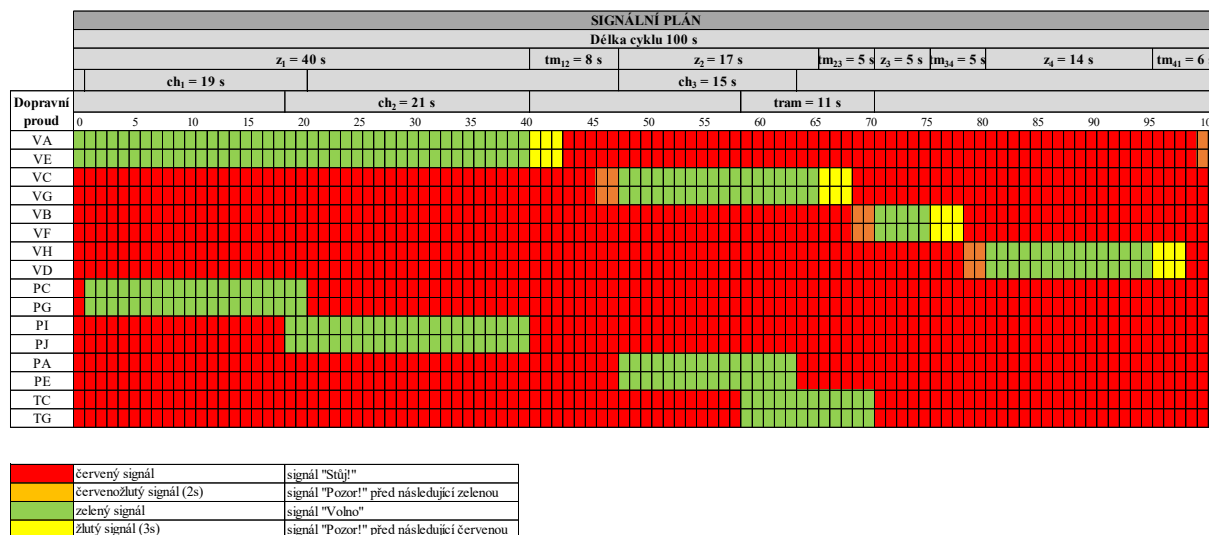
- C_v kapacita běžného vjezdu [s]
 S_v saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]
 z' délka efektivní zelené [s]
 t_c délka cyklu [s]

Jednotlivé vypočítané hodnoty jsou znázorněny v následující tabulce č. 12.

Tabulka 12 - Potřebné hodnoty pro návrh SSZ

y	max y	Y	t _m	l	L	t _{c,opt}	t _c	z	z ^z (zaokr)	z'	c _v
-	-	-	s	s	s	s	s	s	s	s	pvoz/h
0,370	0,370	0,699	8	8	24	119,6	100	40,23	40	41	825
0,233											808
0,039	0,156		5	5				16,96	17	18	360
0,156											353
0,024	0,042		5	5				4,57	5	6	119
0,042											118
0,131	0,131		6	6				14,24	14	15	289
0,078											279

Z vypočítaných hodnot byl sestaven signální plán pro průsečnou křižovatku, který je znázorněn na obrázku č. 21, se stávajícími intenzitami společně s intenzitami z akce v době od 21:00 do 22:00 hodin pro rok 2018.



Obrázek 21 - Signální plán pro stávající stav v době konání akcí

Na základě těchto výpočtů se dále určí rezerva kapacity a následně důležitá hodnota celého výpočtu, a to střední doba zdržení na vjezdu do křižovatky.

Rezerva kapacity vjezdu [5]:

$$Rez = \left(1 - \frac{I_v}{C_v}\right) \cdot 100 \quad (13)$$

kde:

Rez rezerva kapacity vjezdu [%]

C_v kapacita vjezdu [pvoz/h]

I_v návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

Střední doba zdržení na vjezdu [5]:

$$t_w = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_c - z')^2 \cdot C_v}{C_v \cdot t_c - I_v \cdot z'} + \frac{I_v \cdot 3600}{C_v^2 - I_v \cdot C_v} \right) \quad (14)$$

kde:

t_w	střední doba zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [s]
t_c	délka cyklu [s]
z'	délka efektivní zelené [s]
C_v	kapacita vjezdu [pvoz/h]
I_v	návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

Na základně střední doby zdržení určím dle následující tabulky č. 13 úroveň kvality dopravy na křižovatce.

Tabulka 13 - Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [5]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení t_w [s]
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní stav	> 70
F	Překročená kapacita	–
ÚKD na stupni F je dosaženo při rezervě kapacity vjezdu $Rez \leq 0$		

Výsledné hodnoty rezervy kapacity, střední doby zdržení a úrovně kvality dopravy jsou vyjádřeny v následující tabulce č. 14.

Tabulka 14 - Posouzení úrovně kvality dopravy

Rez	t_w	ÚKD	
		dosažená	požadovaná
%	s		
10,26	14,94	A	C
43,57	3,02	A	C
78,33	1,63	A	D
13,60	29,60	B	D
59,66	9,64	A	C
29,66	32,99	B	C
13,84	35,33	C	D
48,03	6,69	A	D

Z vypočtených hodnot lze vidět, že stávající řešení křižovatky vyhovuje požadovanému stupni ÚKD.

7. Kapacitní posouzení průsečné křižovatky pro výhledový stav

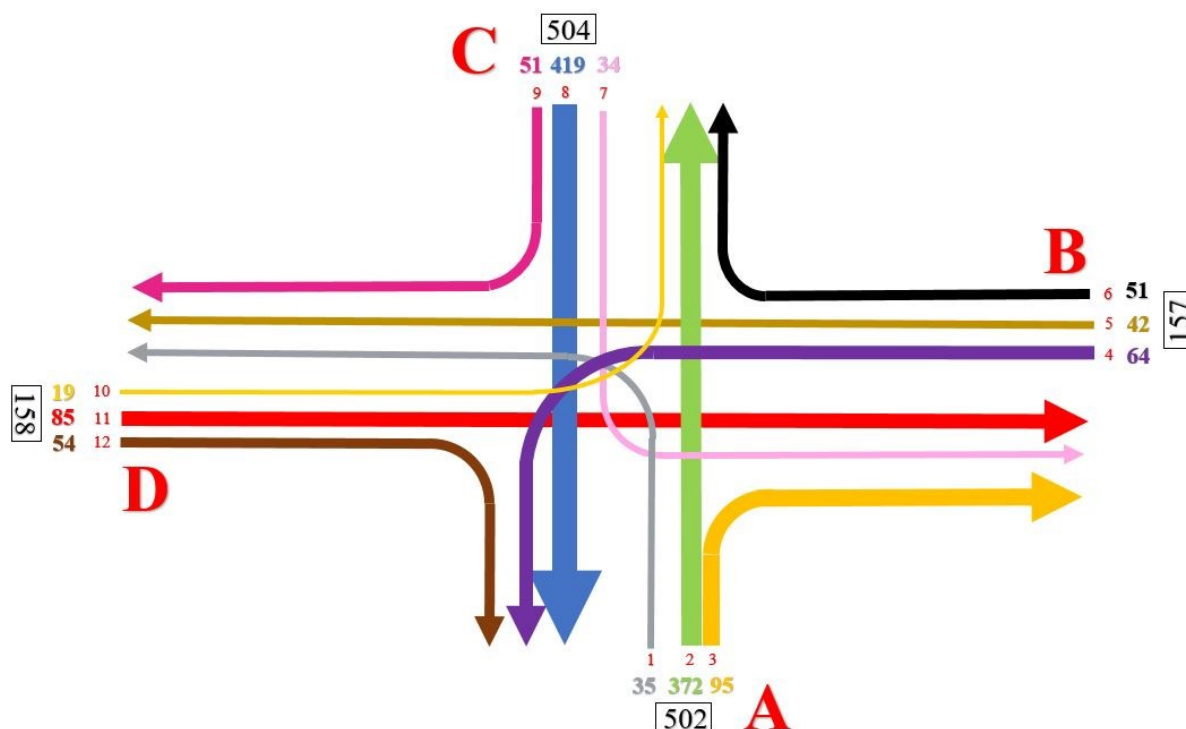
Pro posouzení výhledového stavu a následného návrhu signálního plánu průsečné křižovatky jsem zvolila rok 2023. Podle *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy*, příloha 3 *Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro všechno vozidla – SV* [8], jsem použila koeficienty pro rok 2023 pro I. třídu 1,3 pro II+III třídu 1,28.

V následujících tabulkách č. 15 jsou uvedeny intenzity dopravy současného stavu po přenásobení příslušnými koeficienty pro výhledový rok 2023, a následně pak výhledové intenzity křižovatky v době konání sportovních či kulturních akcí v tabulkách č. 16.

Tabulka 15 Intenzity výhledové stavu křižovatky pro 2023

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [pvoz/h]
A	1	vlevo	35
	2	rovně	372
	3	vpravo	95
B	4	vlevo	64
	5	rovně	42
	6	vpravo	51

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [pvoz/h]
C	7	vlevo	34
	8	rovně	419
	9	vpravo	51
D	10	vlevo	19
	11	rovně	85
	12	vpravo	54

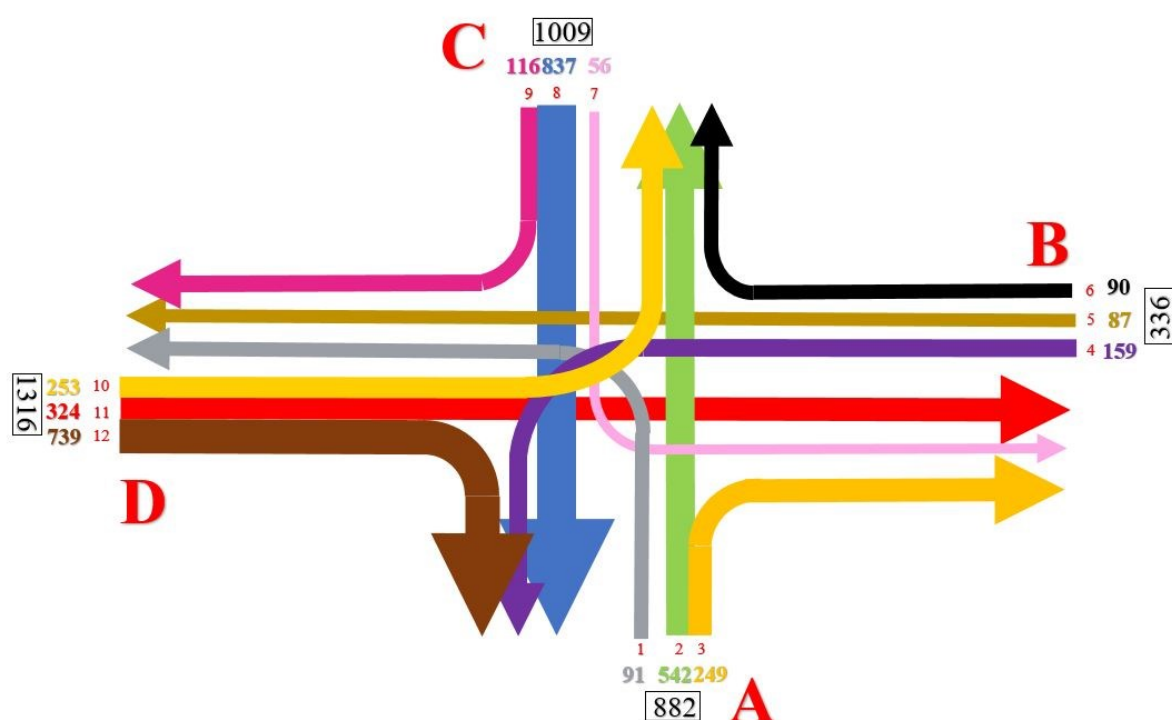


Obrázek 22 - Pentlogram výhledového stavu křižovatky pro rok 2023 [pvoz/h]

Tabulka 16 - Intenzity výhledového stavu křižovatky v době konání akcí pro rok 2023

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [pvoz/h]
A	1	vlevo	91
	2	rovně	542
	3	vpravo	249
B	4	vlevo	159
	5	rovně	87
	6	vpravo	90

Paprsek	Řadící pruh	Směr	Intenzita [pvoz/h]
C	7	vlevo	56
	8	rovně	837
	9	vpravo	116
D	10	vlevo	253
	11	rovně	324
	12	vpravo	739

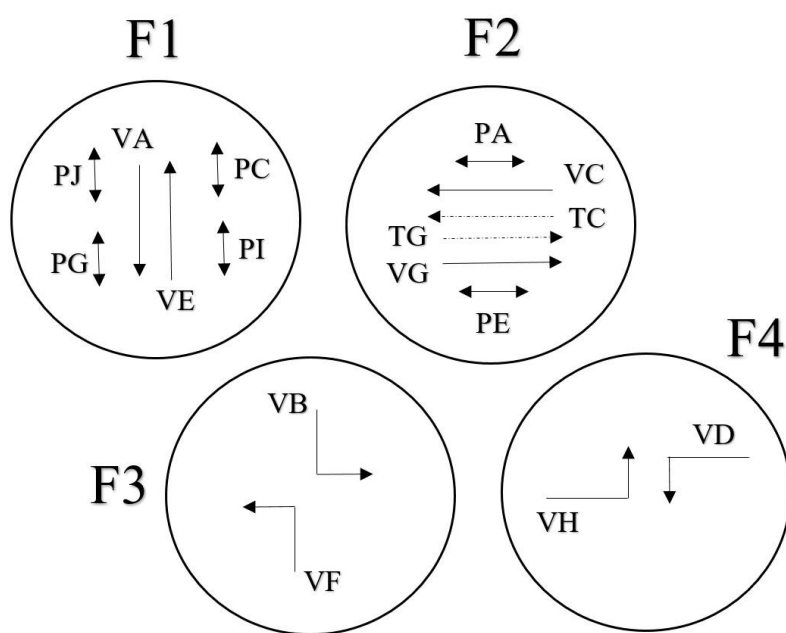


Obrázek 23 - Pentlogram výhledového stavu společně s akcemi pro rok 2023 [pvoz/h]

Výpočet a návrh pevného signálního plánu pro následující uvedené varianty jsem prováděla stejným postupem, jak je zmíněno v kapitole 6. *Kapacita stávajícího stavu*. Všechny výpočty jsou uvedeny v příslušných přílohách. Následně jsem chování jednotlivých variant nasimulovala v programu PTV VISSIM.

7.1 Výhledový stav – varianta 1

V této variantě jsou zachovány jednotlivé fáze cyklu ze stávajícího stavu průsečné křižovatky. Délka signálního plánu je už v maximálních hodnotách a to 115 s a cyklus je rozdělen do čtyř fází. V první fázi má zelený signál vjezd VA a VE a chodci PI, PJ, PC a PG, v druhé fázi má zelený signál vjezd VC a VG, chodci PA a PE a tramvaj TC a TG, v třetí fázi má zelený signál vjezd VB a VF, a v poslední čtvrté fázi má zelený signál vjezd VH a VD. Příslušné fáze jsou znázorněny v následujícím obrázku č. 24.



Obrázek 24 - Fázové schéma varianty 1

Potřebné výpočty jsou uvedeny v tabulce společně se signálním plánem pro první variantu v příloze č. 4. V následující tabulce č. 17 jsou uvedeny finální hodnoty výpočtu rezervy kapacity, střední doby zdržení na vjezdech a úroveň kvality dopravy.

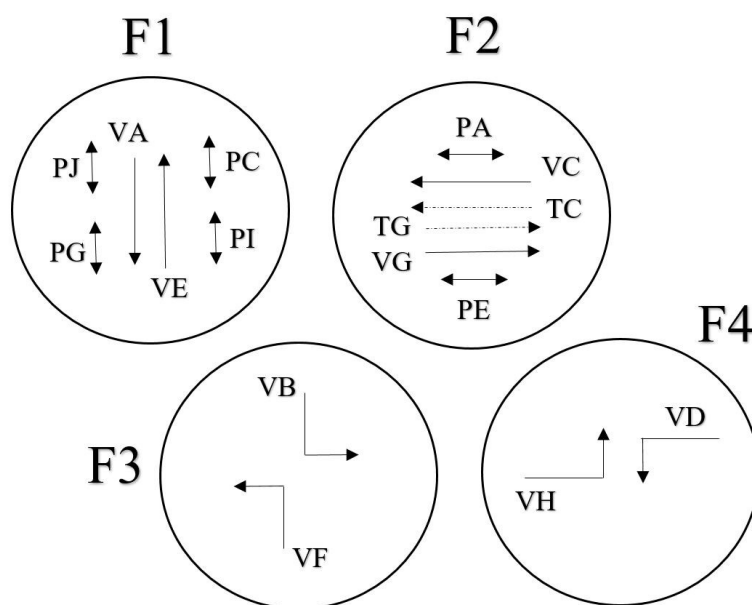
Tabulka 17 - Posouzení úrovně kvality dopravy pro rok 2023 - varianta 1

Vjezd	Rez	t_w	ÚKD	
-	%	s	dosažená	požadovaná
VA (<)	5,58	31,66	B	C
VE (>)	37,61	3,44	A	C
VC (^)	76,16	1,77	A	D
VG (v)	9,50	43,56	C	D
VB (VLEVO)	46,15	18,61	A	C
VF (VLEVO)	11,65	120 s	F	C
VH (VLEVO)	9,96	52,53	C	D
VD (VLEVO)	42,18	8,49	A	D

Z tabulky jde vidět, že křižovatka v této variantě pro rok 2023 kapacitně nevyhoví. Vjezd VF nesplňuje požadovanou úroveň kvality dopravy, doba zdržení je zde až 120 s.

7.2 Výhledový stav – varianta 2

Tato varianta má čtyřfázové schéma s limitní doporučenou délkou cyklu 120 s. V první fázi má zelený signál vjezd VA a VE a chodci PI, PJ, PC a PG, v druhé fázi má zelený signál vjezd VC a VG, chodci PA a PE a tramvaj TC a TG, v třetí fázi má zelený signál vjezd VB a VF, a v poslední čtvrté fázi má zelený signál vjezd VH a VD. Příslušné fáze jsou znázorněny v následujícím obrázku č. 25.



Obrázek 25 - Fázové schéma varianty 2

Potřebné výpočty jsou uvedeny v tabulce společně se signálním plánem pro druhou variantu v příloze č. 5. V následující tabulce č. 18 jsou uvedeny finální hodnoty výpočtu druhé varianty rezervy kapacity, střední doby zdržení na vjezdech a úrovně kvality dopravy.

Tabulka 18 - Posouzení úrovně kvality dopravy pro rok 2023 - varianta 2

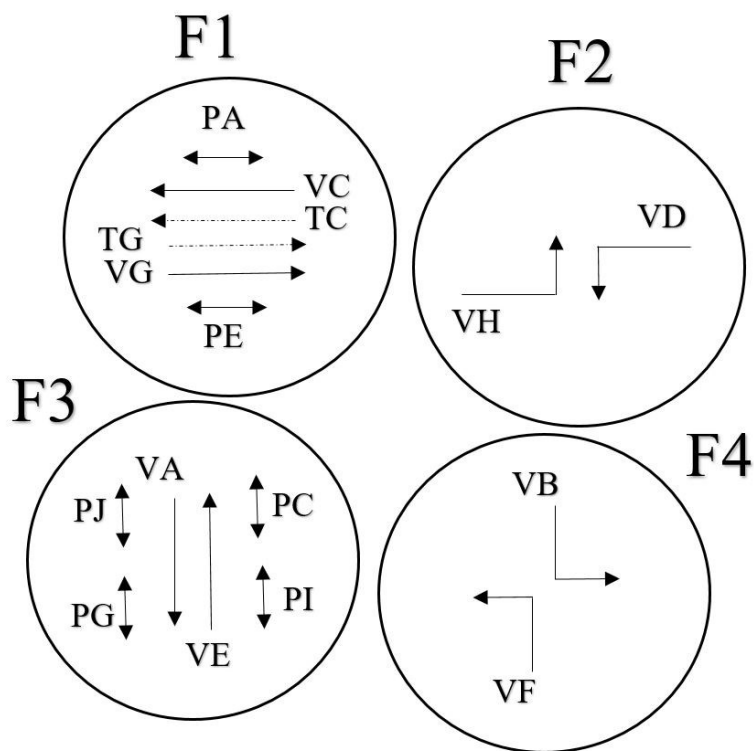
Vjezd	Rez	t_w	ÚKD	
-	%	s	<i>dosažená</i>	<i>požadovaná</i>
VA (<)	6,51	26,59	B	C
VE (>)	38,23	3,33	A	C
VC (^)	76,29	1,75	A	D
VG (v)	9,75	42,21	C	D
VB (VLEVO)	51,72	13,47	A	C
VF (VLEVO)	20,87	49,7	C	C
VH (VLEVO)	11,23	45,38	C	D
VD (VLEVO)	43,01	8,11	A	D

Z výše uvedené tabulky vidíme, že při délce cyklu 120 s průsečné křižovatky při takové intenzitě vyhoví. Všechny vjezdy dosáhly požadovaných stupňů ÚKD.

7.3 Výhledový stav – varianta 3

V této variantě je upřednostněn směr z ulice Závodní, ze které odjíždí vozidla z akcí konaných v Městském stadionu a Ostravar Aréně. Intenzita vozidel je tedy vyšší než v běžnou dobu bez konaných akcí.

Navrhla jsem čtyři fáze s celkovou délkou cyklu 114 s. V první fázi má zelený signál vjezd VC a VG, chodci PA a PE a tramvaj TC a TG, v druhé fázi má zelený signál vjezd VD a VH, v třetí fázi má zelený signál vjezd VA a VE a chodci PI, PJ, PC a PG, a v poslední čtvrté fázi má zelený signál vjezd VB a VF. Příslušné fáze jsou znázorněny v následujícím obrázku č. 26.



Obrázek 26 - Fázové schéma varianty 3

Všechny výpočty jsou uvedeny v tabulce společně se signálním plánem pro třetí variantu v příloze č. 6. V následující tabulce č. 19 jsou uvedeny finální hodnoty výpočtu třetí varianty rezervy kapacity, střední doby zdržení na vjezdech a úroveň kvality dopravy.

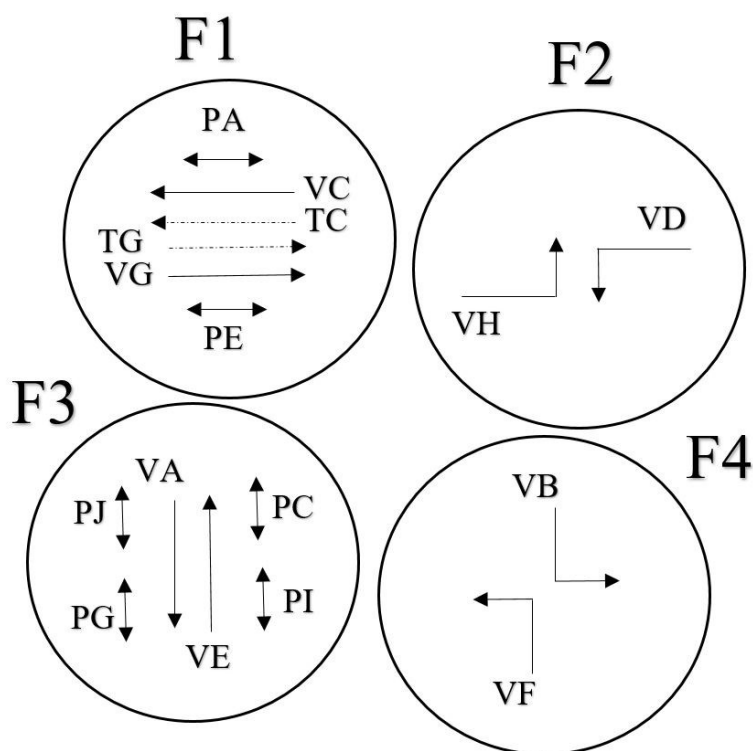
Tabulka 19 - Posouzení ÚKD pro rok 2023 - varianta 3

Vjezd	Rez	t_w	ÚKD	
			<i>dosažená</i>	<i>požadovaná</i>
-	%	s		
VC (^)	75,77	1,83	A	D
VG (v)	7,91	53,7	D	D
VD (VLEVO)	42,81	8,2	A	D
VH (VLEVO)	10,60	48,72	C	D
VA (<)	4,67	38,1	C	C
VE (>)	36,98	3,56	A	C
VB (VLEVO)	46,67	18,07	A	C
VF (VLEVO)	12,50	120	F	C

Z tabulky vidíme, že tato varianta průsečné křižovatky kapacitně nevyhoví při délce cyklu 114 s. Opět vjezd VF nedosáhl požadované úrovně kvality dopravy, protože je střední doba zdržení dosahuje až 120 s.

7.4 Výhledový stav – varianta 4

V poslední navržené variantě jsem zachovala upřednostnění směru ulice Závodní. Ponechala jsem čtyř fázový cyklus. V první fázi má zelený signál vjezd VC a VG, chodci PA a PE a tramvaj TC a TG, v druhé fázi má zelený signál vjezd VD a VH, v třetí fázi má zelený signál vjezd VA a VE a chodci PI, PJ, PC a PG, a v poslední čtvrté fázi má zelený signál vjezd VB a VF. Příslušné fáze jsou znázorněny v následujícím obrázku č. 27. Dobu cyklu jsem navrhla maximálně možnou, a to 120 s.



Obrázek 27 - Fázové schéma varianty 4

Požadované výpočty jsou uvedeny v tabulce společně se signálním plánem pro čtvrtou variantu v příloze č. 7. V následující tabulce č. 20 jsou uvedeny finální hodnoty výpočtu čtvrté varianty rezervy kapacity, střední doby zdržení na vjezdech a úroveň kvality dopravy.

Tabulka 20 - Posouzení ÚKD pro rok 2023 - varianta 4

Vjezd	Rez	t _w	ÚKD	
-	%	s	<i>dosažená</i>	<i>požadovaná</i>
VC (^)	76,01	1,79	A	D
VG (v)	8,84	48,14	C	D
VD (VLEVO)	43,01	8,11	A	D
VH (VLEVO)	11,23	45,38	C	D
VA (<)	7,00	0,4	A	C
VE (>)	38,55	3,27	A	C
VB (VLEVO)	51,72	13,47	A	C
VF (VLEVO)	20,87	48,91	C	C

8. Vytváření modelu v programu PTV VISSIM

Pomocí programu PTV VISSIM jsem vytvořila model stávajícího stavu průsečné křižovatky, kterou jsem následně zatížila intenzitami za stávajícího stavu společně s intenzitami v době konání akcí a v neposlední řadě výhledovými intenzitami pro rok 2023.

V prvním kroku při vytváření modelu jsem vložila do programu PTV VISSIM podklad současného uspořádání křižovatky a následně nastavila příslušné vhodné měřítko. Dle vloženého podkladu jsem provedla modelaci jednotlivých paprsků křižovatky za pomoci linek a konektorů. Jakmile jsem vyhotovila silniční síť, tak jsem nadefinovala jednotlivé skladby dopravních proudů podle mého zjištěného dopravního průzkumu. Následně jsem tyto skladby přiřadila jednotlivým vjezdům do křižovatky a zatížila intenzitou dopravy v době průzkumu a určila jejich příslušné trasy. Poté bylo zapotřebí, abych určila přednosti v jízdě, a k tomu jsem použila nadefinování konfliktních situací. V dalším kroku jsem snížila rychlosti vozidel při průjezdu křižovatkou jak v přímém směru, tak hlavně v obloucích křižovatky. Jakmile jsem měla model nedefinovaný dle potřebných údajů, tak jsem přistoupila k tvorbě signálního plánu pro vytvoření SSZ. Po vytvoření SSZ jsem jako poslední krok vložila pomyslné stopčáry, abych jim mohla přiřadit jednotlivé vytvořené signální skupiny. Následně jsem také vložila 3D návěstidla. Jako doplňující krok jsem na vytvořenou křižovatkou umístila potřebné sčítače vozidel.

Při nasimulování intenzit dopravního průzkumu jsem postupně do modelu zadávala intenzity současného stavu s akcemi, a následně intenzity pro výhledový stav křižovatky.

9. Simulace v programu PTV VISSIM

Z vytvořeného modelu jsem provedla analýzu následně zmíněných dat. Studentský software PTV VISSIM umožňuje pouze hodinové vyhodnocení, je tedy vhodné brát zjištěné hodnoty s jistou odchylkou, avšak pro účely diplomové práce je to dostačující. Při delším časovém úseku by byly výsledky přesnější.

9.1 Statické porovnání

Doba zdržení

Mezi prvním a také nejdůležitějším výstupem z programu PTV VISSIM jsou doby zdržení při průjezdu vozidel křižovatkou v jednotlivých dopravních proudech. Takovýmto postupem můžeme také získat orientační data pro kapacitní vyhodnocení křižovatky. Nejde však o nahrazení příslušných výpočtů z technických podmínek.

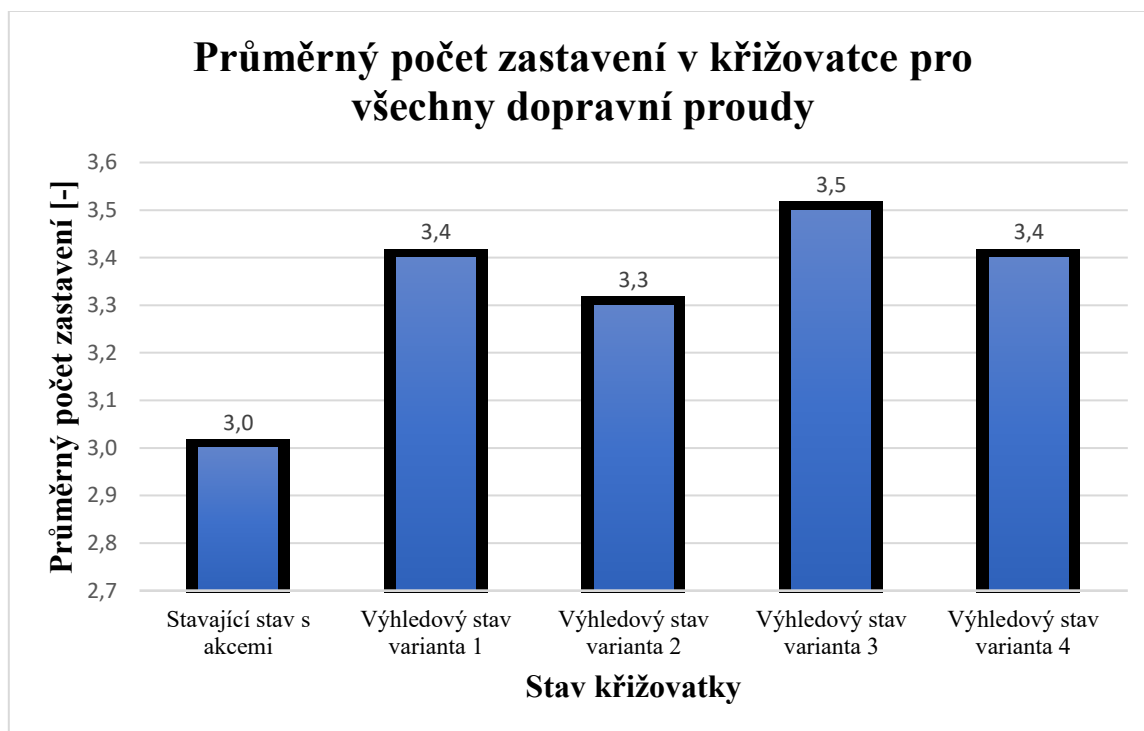
V následujícím prvním grafu č. 1 jsou znázorněny hodnoty průměrného zdržení v křižovatce. Z grafu můžeme vyčíst, že oproti stávajícímu stavu ve výhledových stavech křižovatky tyto doby zdržení poměrně stoupají. Největší nárůst nastal v navržené variantě 3. Ačkoliv se jedná o velkou průsečnou křižovátku, lze konstatovat, že i přes nárůst dob zdržení, je takový stav ještě přijatelný, co se týče časového posouzení.



Graf 1 - Průměrná doba zdržení v křižovatce pro všechny dopravní proudy

Počet zastavení vozidel

Druhým výstupem z modelu je počet zastavení v křižovatce. Jedná se o průměrné hodnoty, které lze vidět v následujícím grafu č. 2. Můžeme vyčíst, že ve všech variantách se počet zastavení radikálně nezvýšil. Celkově by se jednalo o jeden počet zastavení více oproti stávajícímu stavu. Tyto hodnoty však mohou být s jistou odchylkou z důvodu toho, že je zde možnost započítání zastavení i vícekrát u jediného vozidla.

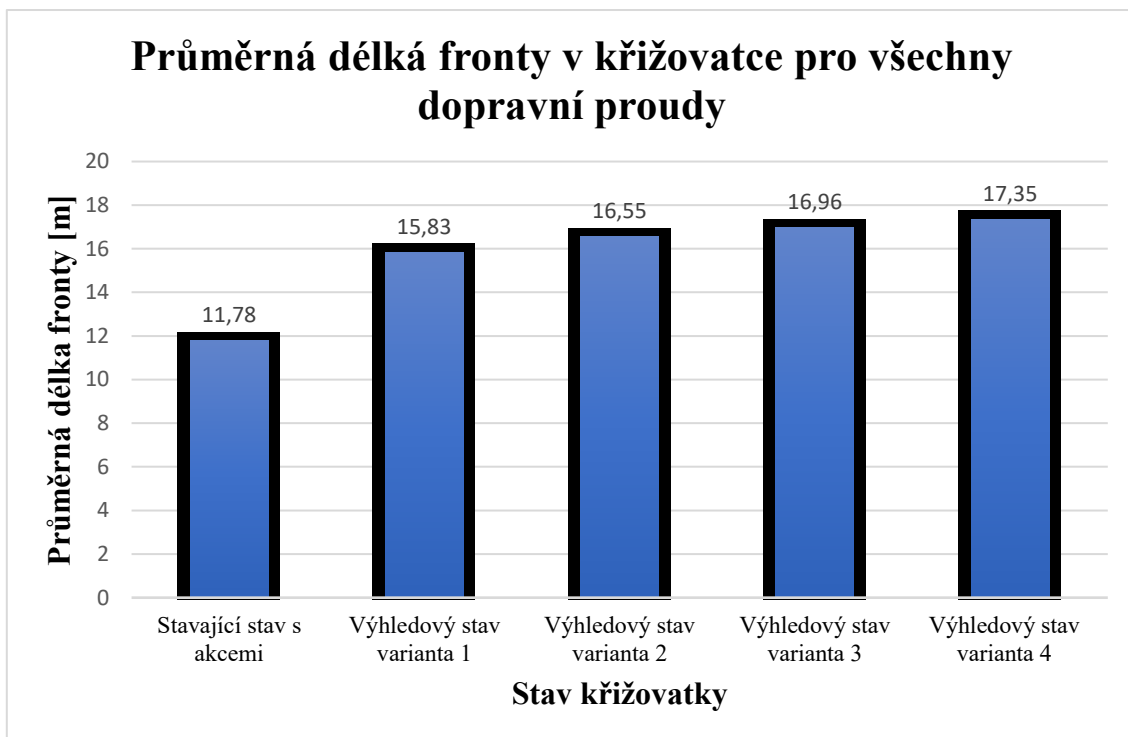


Graf 2 - Průměrný počet zastavení v křižovatce pro všechny dopravní proudy

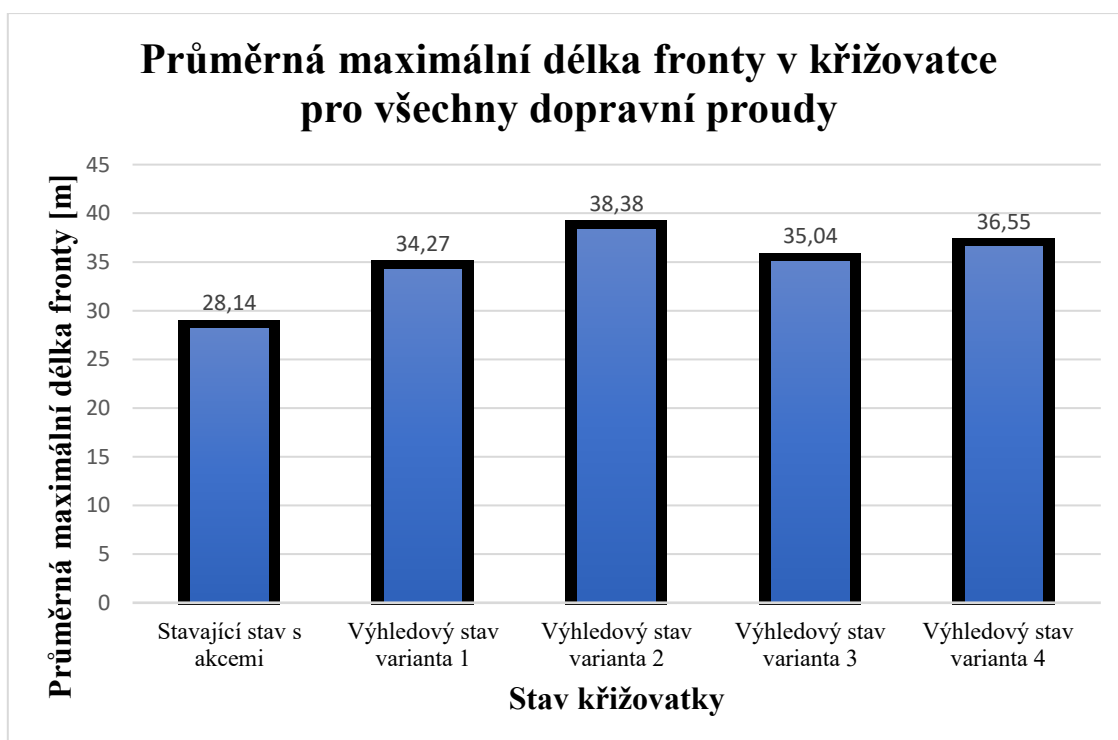
Délky front na vjezdech

Mezi poslední výstupy z modelů, které jsem hodnotila ze získaných dat, je délka fronty na vjezdech do křižovatky. Jednotlivé výstupy jsem porovnávala ve dvou hodnotách, a to v prvním případě čistou délkou fronty a poté maximální délku fronty. Data z výstupů jsou pro intervaly délky použitých cyklů řízení v příslušné variantě návrhu SSZ.

Porovnání můžeme názorně vidět v grafech č. 3 a č. 4 viz níže. Oproti stávajícímu stavu nastalo zvětšení délky fronty v některých případech až o 10 metrů.



Graf 3 - Průměrná délka fronty v křižovatce pro všechny dopravní proudy

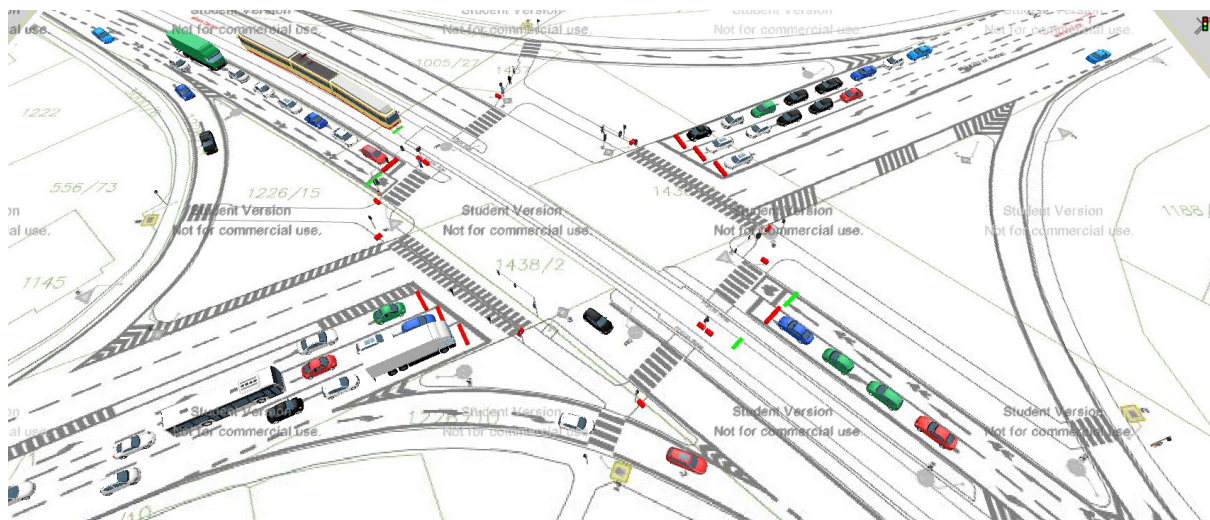


Graf 4 - Průměrná maximální délka fronty v křižovatce pro všechny dopravní proudy

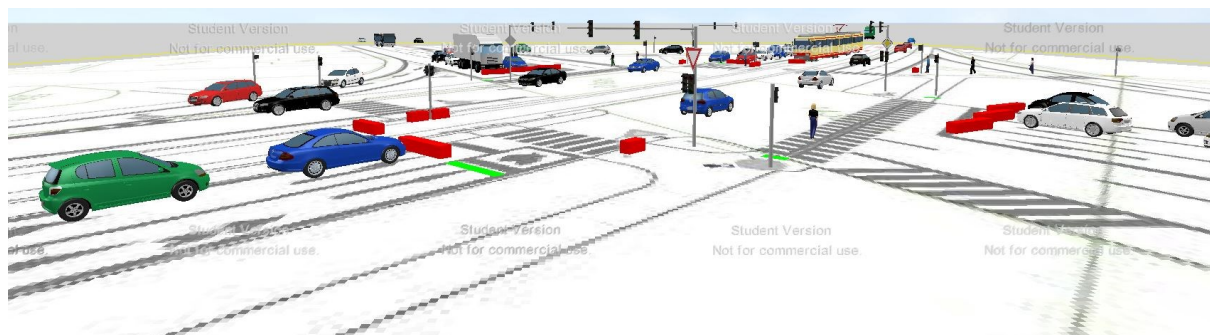
Statistické hodnoty jsou získány až po pár minutách, kdy dojde k ustálení simulace provozu v programu PTV VISSIM.

9.2 Vizualizace

Pro názornou představu o dopravní situaci je zde ukázka nasimulovaného modelu v programu PTV VISSIM. Výstupy lze vidět na obrázcích č. 28 a č. 29.



Obrázek 28 - Vizualizace v programu PTV VISSIM



Obrázek 29 - Vizualizace v programu PTV VISSIM

10. Vyhodnocení variant

Při výběru nejlepší varianty návrhu světelně signalizačního zařízení na průsečné křižovatce v době konání sportovních či kulturních akcí jsem jednotlivé výsledky variant postavila vedle sebe. Shrnuté výsledky rezervy kapacity, střední doby zdržení a následné úrovně kvality dopravy pro stávající stav s akcemi a výhledový stav je znázorněno v níže uvedené tabulce č. 21.

Tabulka 21 - Výsledné vyhodnocení variant

Vjezd	stávající stav s akcemi			výhledový stav varianta 1			výhledový stav varianta 2			výhledový stav varianta 3		
	Rez	t w	ÚKD	Rez	t _w	ÚKD	Rez	t _w	ÚKD	Rez	t w	ÚKD
-	%	s	dosažená	%	s	dosažená	%	s	dosažená	%	s	dosažená
VA (<)	10,26	14,94	A	5,58	31,66	B	6,51	26,59	B	4,67	38,1	C
VE (>)	43,57	3,02	A	37,61	3,44	A	38,23	3,33	A	36,98	3,56	A
VC (^)	78,33	1,63	A	76,16	1,77	A	76,29	1,75	A	75,77	1,83	A
VG (v)	13,60	29,60	B	9,50	43,56	C	9,75	42,21	C	7,91	53,7	D
VB (VLEVO)	59,66	9,64	A	46,15	18,61	A	51,72	13,47	A	46,67	18,07	A
VF (VLEVO)	29,66	32,99	B	11,65	120 s	F	20,87	49,7	C	12,50	120	F
VH (VLEVO)	13,84	35,33	C	9,96	52,53	C	11,23	45,38	C	42,81	8,2	A
VD (VLEVO)	48,03	6,69	A	42,18	8,49	A	43,01	8,11	A	10,60	48,72	C

Vjezd	výhledový stav varianta 3			výhledový stav varianta 4			
	Rez	t w	ÚKD	Rez	t _w	ÚKD	požadovaná
-	%	s	dosažená	%	s	dosažená	
VA (<)	4,67	38,1	C	7,00	0,4	A	D
VE (>)	36,98	3,56	A	38,55	3,27	A	D
VC (^)	75,77	1,83	A	76,01	1,79	A	D
VG (v)	7,91	53,7	D	8,84	48,14	C	D
VB (VLEVO)	46,67	18,07	A	51,72	13,47	A	C
VF (VLEVO)	12,50	120	F	20,87	48,91	C	C
VH (VLEVO)	42,81	8,2	A	43,01	8,11	A	C
VD (VLEVO)	10,60	48,72	C	11,23	45,38	C	C

Z výše uvedené tabulky lze vidět, že dle posouzení ÚKD vyhověly dvě varianty, a to varianta 2 a varianta 4. Varianta 2 má v návrhu světelně signalizačního zařízení upřednostněn směr z hlavní pozemní komunikace ulice Rudné. Varianta 4 má v návrhu SSZ upřednostněn směr z vedlejší pozemní komunikace, a to ulice Závodní, ze které v době konání akcí je větší intenzita vozidel. Jelikož se jedná o návrh pevného SSZ v době konání sportovních nebo kulturních akcí v místním Městském stadionu a Ostravar Aréně, navrhovala bych pro tuto skutečnost variantu 4. S takovou by v době konání akcí nemuselo být využito ručního řízení policistou, které je v současné době při takových akcích prováděno.

11. Závěr

Cílem diplomové práce bylo provést analýzu provozu na křižovatce Rudná – Závodní v Ostravě a navrhnout návrh světelně řízeného zařízení v době konání akcí v blízkém Městském stadionu a Ostravar Aréně. Návrh byl navržen tak, aby se nemuselo využívat ručního řízení křižovatky policistou. Byla zde provedena simulace za pomoci mikrosimulačních modelů v programu PTV VISSIM.

První část diplomové práce je věnována dopravnímu průzkumu, kde došlo k sledování intenzit a směřování automobilové dopravy a peších proudů. Byla zde provedena i videoanalýza pro sledování konfliktních situací, které mohou nastat. Dále byla provedena analýza nehodovosti na této průsečné křižovatce.

V druhé části je posouzení stávajícího stavu křižovatky s akcemi a následné posouzení výhledového stavu. Je zde uveden výpočet a návrh možných variant pro signalizační světelné zařízení.

Další část se zabývá vytvořením mikrosimulačních modelů v programu PTV VISSIM. Dochází k simulaci navržených variant SSZ křižovatky.

V poslední části diplomové práce je provedena analýza dat získaných z programu PTV VISSIM a následně jejich vyhodnocení a určení nejlepších variant.

Jak již bylo zmíněno, ze získaných dat a výpočtů a následného vyhodnocení, je nejlepší varianta pro návrh světelně signalizačního zařízení v době konání akcí variant 4. V tomto případě se může křižovatka řídit pomocí SSZ a nemusí být využito ručního řízení policistou.

Tabulka 22 - Připomenutí posouzení ÚKD pro rok 2023 varianty 4

Vjezd	Rez	t_w	ÚKD	
-	%	s	dosažená	požadovaná
VC (^)	76,01	1,79	A	D
VG (v)	8,84	48,14	C	D
VD (VLEVO)	43,01	8,11	A	D
VH (VLEVO)	11,23	45,38	C	D
VA (<)	7,00	0,4	A	C
VE (>)	38,55	3,27	A	C
VB (VLEVO)	51,72	13,47	A	C
VF (VLEVO)	20,87	48,91	C	C

Jedná se o variantu se čtyř fázovým cyklem, kde je upřednostněn směr z vedlejší komunikace ulice Závodní. Délka cyklu je zde maximálně možná, a to 120 s.

V době dopravního průzkumu byla uzavírka silnice I/11 ulice Rudná směrem na Havířov, která probíhá v období od 19. 3. 2018 do 31. 12. 2018. Je tedy potřeba brát v úvahu, že tato uzavírka ovlivnila jednotlivé intenzity dopravy.

Vzhledem k narůstajícím intenzitám dopravy, bych pro výhledové stavy navrhla možnost zvážení realizace mimoúrovňové křižovatky, která je již pro tuto křižovatku navržena.

SEZNAM LITERATURY

- [1] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek: TP 188*. 1. vyd. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [2] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1. vydání, 2014. Dostupné z: https://issuu.com/michdor/docs/m16_text_krivda [2018-11-01]
- [3] KŘIVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina. *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2016, 184 s. ISBN 978-80-248-3995-0.
- [4] Jednotná dopravní vektorová mapa. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. Ministerstvo dopravy ČR, 2006 [cit.2018-09-10]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>
- [5] MARTOLOS, Jan. *Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: TP 235*. 1. vyd. Liberec: EDIP, 2011. ISBN 9788087394038.
- [6] Ostravské komunikace a.s. *Sčítání dopravy na křižovatce Rudná – Závodní v Ostravě* Ostrava 2018
- [7] MARTOLOS, Jan. *Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích: TP 81*. 3. vydání. EDIP s.r.o., 2015.
- [8] BARTOŠ, Luděk. Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-873940-7-6.
- [9] Ostravské komunikace a.s., *Signální plán křižovatky Rudná – Závodní v Ostravě*, 2018
- [10] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-11-01]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Mapa širších vztahů – zájmová oblast [10]	12
Obrázek 2 - Křižovatka Rudná – Závodní [10]	13
Obrázek 3 - Satelitní pohled na křižovatku Rudná - Závodní, její ramena a směry [10]	15
Obrázek 4 - Sjednocené číslování dopravních proudů v průsečné křižovatce [1]	15
Obrázek 5 - Paprsek A - silnice I/11 ulice Rudná	16
Obrázek 6 - Paprsek B - místní komunikace, ulice Závodní	17
Obrázek 7 - Paprsek C- silnice I/11 ulice Rudná	18
Obrázek 8 - Paprsek D - místní komunikace ulice Závodní	19
Obrázek 9 - Označení směrů křižovatky [10]	21
Obrázek 10 - Pentlogram dopravního průzkum [voz/h]	22
Obrázek 11 - Označování konfliktních situací [3]	24
Obrázek 12 - Konfliktní situace při špatném zařazení vozidla do jízdního pruhu (zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)	25
Obrázek 13 - Konfliktní situace špatného křížení při levém odbočení (zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)	26
Obrázek 14 - Konfliktní situace při otáčení vozidel v křižovatce (zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)	27
Obrázek 15 - Konfliktní situace při otáčení se na tramvajovém pásu (zdroj: Mapy.cz; dále upraveno)	28
Obrázek 16 - Nehodovost na křižovatce [4]	30
Obrázek 17 - Pentlogram stávajícího stavu [voz/h]	33
Obrázek 18 - Signální plán stávajícího stavu ranní špička (zdroj: Ostravské komunikace, a.s.)[9]	34
Obrázek 19 - Pentlogram stávajícího stavu společně s akcemi [pvoz/h]	35
Obrázek 20 - Fázové schéma stávajícího stavu s akcemi	36
Obrázek 21 - Signální plán pro stávající stav v době konání akcí	42
Obrázek 22 - Pentlogram výhledového stavu křižovatky pro rok 2023 [pvoz/h]	44
Obrázek 23 - Pentlogram výhledového stavu společně s akcemi pro rok 2023 [pvoz/h]	45
Obrázek 24 - Fázové schéma varianty 1	46
Obrázek 25 - Fázové schéma varianty 2	47
Obrázek 26 - Fázové schéma varianty 3	49
Obrázek 27 - Fázové schéma varianty 4	50

Obrázek 28 - Vizualizace v programu PTV VISSIM	56
Obrázek 29 - Vizualizace v programu PTV VISSIM	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Intenzity dopravy během dopravního průzkumu	21
Tabulka 2 - Všeobecný přehled nehodovosti [4].....	30
Tabulka 3 - Nehodovost podle hlavní příčiny [4]	31
Tabulka 4 - Nehodovost podle druhu nehody [4]	31
Tabulka 5 - Nehodovost podle viditelnosti	32
Tabulka 6 - Intenzity stávajícího stavu v čase 21:00 - 22:00 hodin	33
Tabulka 7 - Intenzity stávajícího stavu společně s dopravním průzkumem	35
Tabulka 8 - Označení dopravních proudů při fázích SSZ	36
Tabulka 9 - Saturovaný tok řadících pruhů	38
Tabulka 10 - Saturovaný tok vjezdu.....	38
Tabulka 11 - Délka efektivní zelené [5].....	41
Tabulka 12 - Potřebné hodnoty pro návrh SSZ	41
Tabulka 13 - Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [5]	43
Tabulka 14 - Posouzení úrovně kvality dopravy.....	43
Tabulka 15 Intenzity výhledové stavu křižovatky pro 2023	44
Tabulka 16 - Intenzity výhledového stavu křižovatky v době konání akcí pro rok 2023	45
Tabulka 17 - Posouzení úrovně kvality dopravy pro rok 2023 - varianta 1	47
Tabulka 18 - Posouzení úrovně kvality dopravy pro rok 2023 - varianta 2.....	48
Tabulka 19 - Posouzení ÚKD pro rok 2023 - varianta 3	49
Tabulka 20 - Posouzení ÚKD pro rok 2023 - varianta 4	51
Tabulka 21 - Výsledné vyhodnocení variant.....	57
Tabulka 22 - Připomenutí posouzení ÚKD pro rok 2023 varianty 4	58

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Průměrná doba zdržení v křižovatce pro všechny dopravní proudy	53
Graf 2 Průměrný počet zastavení v křižovatce pro všechny dopravní proudy.....	54
Graf 3 Průměrná délka fronty v křižovatce pro všechny dopravní proudy	55
Graf 4 Průměrná maximální délka fronty v křižovatce pro všechny dopravní proudy	55

SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

Výkres č. 1	Situace širších vztahů, M 1:10 000, M 1:5 000, 2xA4
Výkres č. 2	Celková situace křižovatky, M 1:500, 3xA4
Výkres č. 3	Situace světelně signalizačního zařízení, M 1:500, 3xA4
Výkres č. 4	Situace dopravního značení, M 1:500, 3xA4

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	Sčítací arch v době dopravního průzkumu
Příloha č. 2	Univerzální tabulka mezičasů
Příloha č. 3	Signální plán stávajícího stavu odpolední špičky poskytnut firmou Ostravské komunikace, a.s
Příloha č. 4	Výpočty a návrh signálního plánu pro 1. variantu
Příloha č. 5	Výpočty a návrh signálního plánu pro 2. variantu
Příloha č. 6	Výpočty a návrh signálního plánu pro 3. variantu
Příloha č. 7	Výpočty a návrh signálního plánu pro 4. variantu

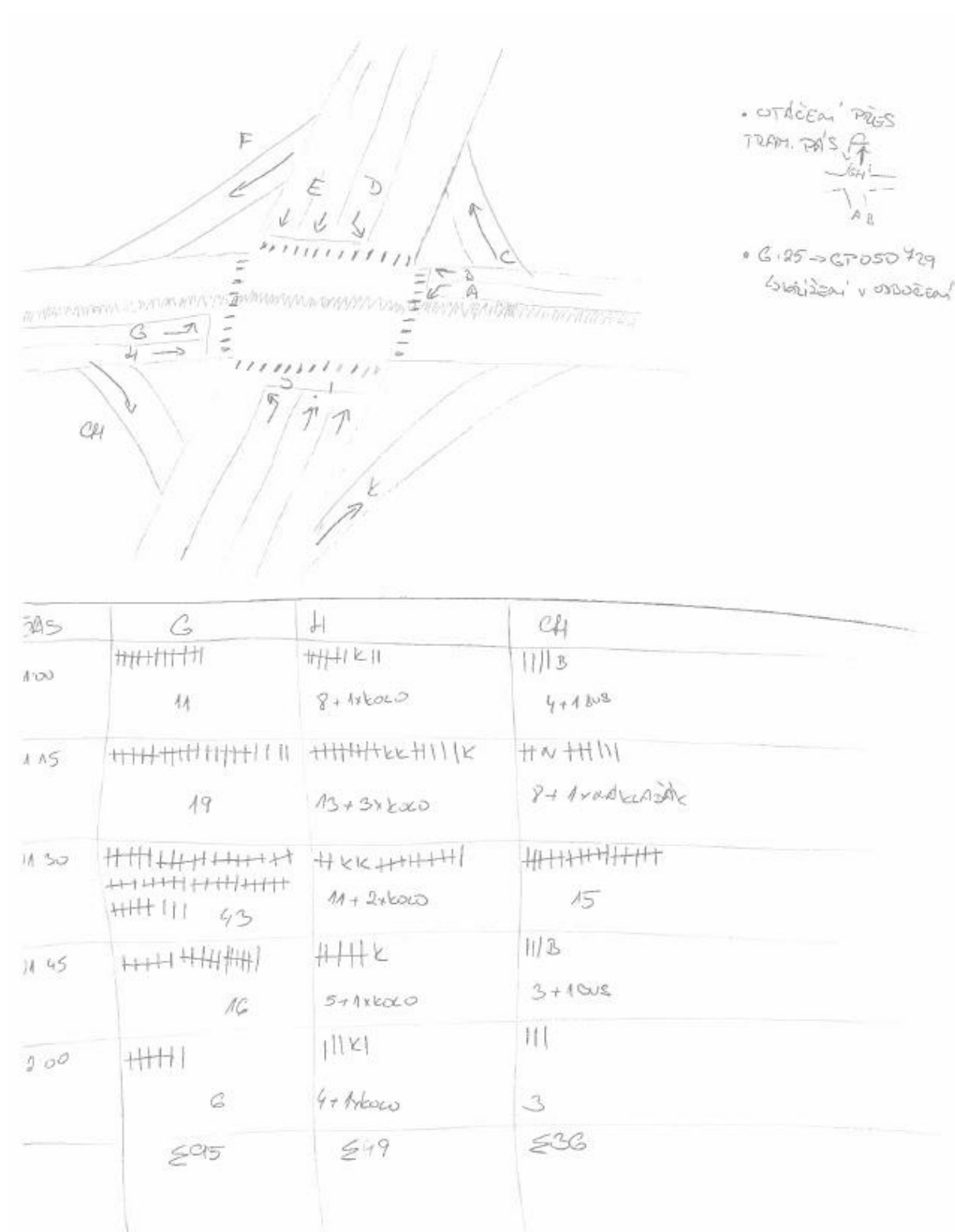
Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D. za vstřícnost a věnovaný čas při konzultacích. Dále bych takové poděkovala firmě Ostravské komunikace, a.s., která mi poskytla potřebné podklady intenzit dopravy a podklady k signálnímu plánu.

V neposlední řadě bych velice ráda poděkovala své rodině zejména tatškovi, dále pak příteli, spolužákům a přátelům za podporu během doby studia.

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Sčítací arch v době dopravního průzkumu



Obrázek – Ukázka pracovního sčítacího archu

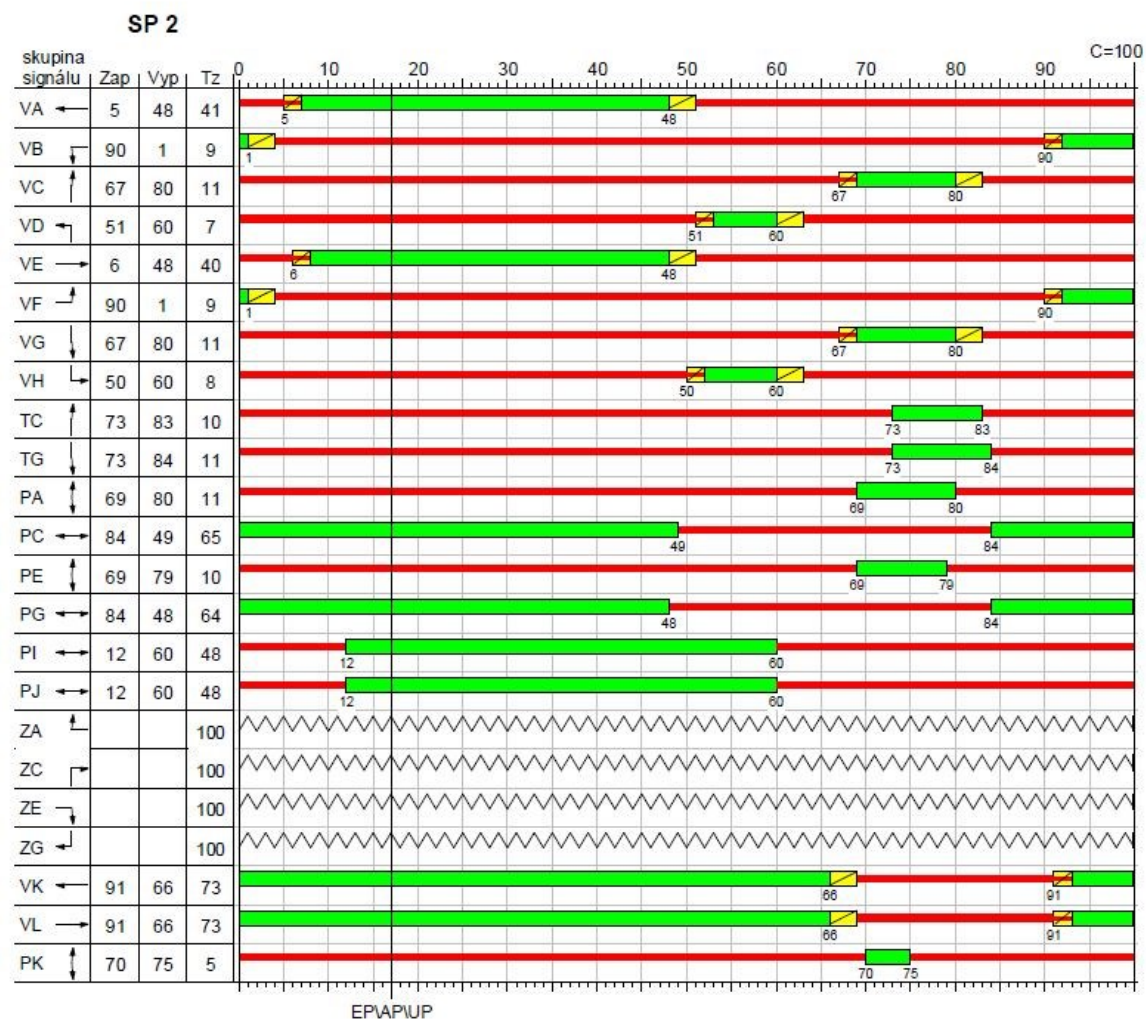
Příloha č. 2 – Univerzální tabulka mezičasů

		NAJÍŽDÍ															
		VA	VE	VC	VG	VB	VF	VH	VD	PC	PG	PI	PJ	PA	PE	TC	TG
VYKLIZUJE	VA	x	–	6	11	–	–	–	–	–	–	–	–	2	6	6	6
	VE	–	x	5	7	–	–	–	–	–	–	–	–	6	2	6	6
	VC	–	–	x	–	5	5	–	–	1	–	–	10	–	–	–	–
	VG	–	–	–	x	5	5	–	–	–	1	10	–	–	–	–	–
	VB	–	–	–	–	x	–	7	5	–	–	–	–	–	–	–	–
	VF	–	–	–	–	–	x	5	7	–	–	–	–	–	–	–	–
	VH	7	4	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	VD	4	7	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–
	PC	–	–	2	–	–	–	–	–	x	x	x	x	x	x	–	–
	PG	–	–	–	2	–	–	–	–	x	x	x	x	x	x	–	–
	PI	–	–	–	10	–	–	–	–	x	x	x	x	x	x	–	–
	PJ	–	–	10	–	–	–	–	–	x	x	x	x	x	x	–	–
	PA	–	–	–	–	3	–	–	–	x	x	x	x	x	x	–	–
	PE	–	–	–	–	–	3	–	–	x	x	x	x	x	x	–	–
	TC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x	x
	TG	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x	x

Tabulka - univerzální tabulka mezičasů

Příloha č. 3 – Signální plán stávajícího stavu odpolední špičky poskytnut firmou Ostravské komunikace, a.s

Křižovatka 3005 – SP 2



Obrázek - Signální plán stávajícího stavu odpolední špička
(zdroj: Ostravské komunikace, a.s. [9])

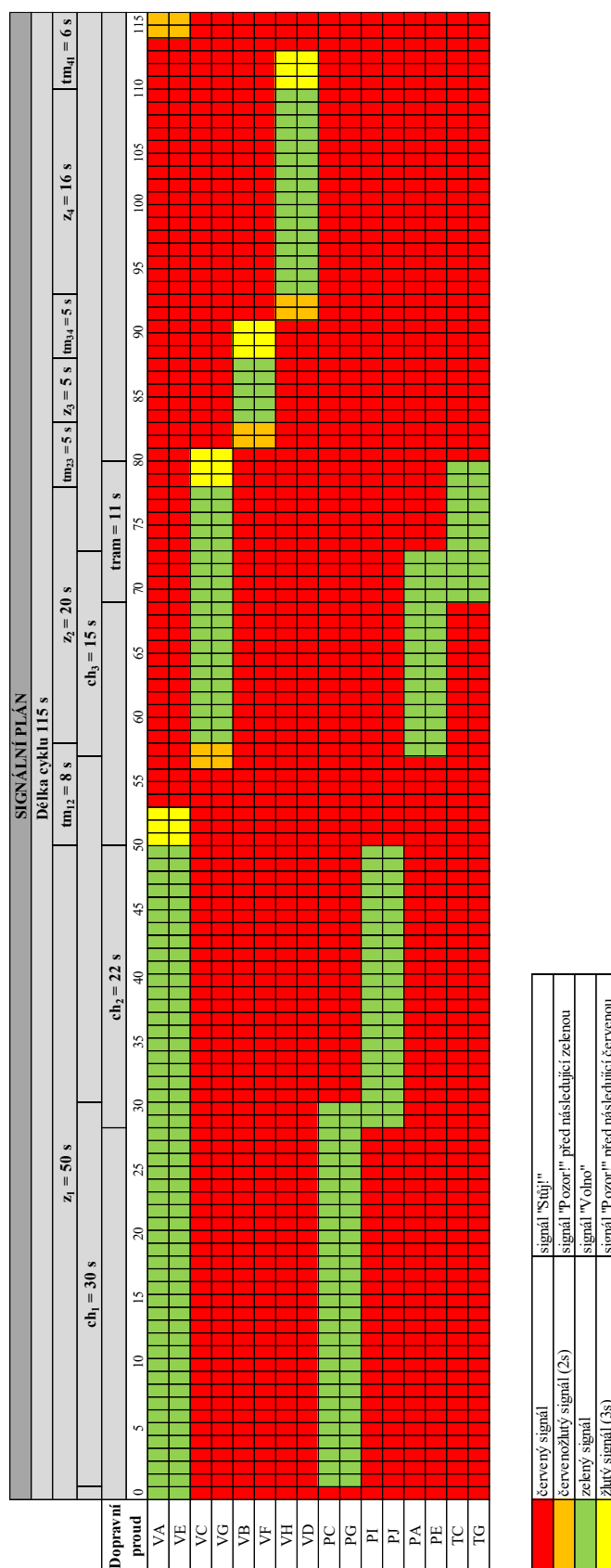
Příloha č. 4 – Výpočty a návrh signálního plánu pro 1. variantu

Vjezd	Fáze	I _v	S _{zákl}	sklon	α	k _{skl}	R	f	k _{obl}	s _i	n _p	s _v	y	max y
-	-	pvoz/h	pvoz/h	%	-	-	m	-	-	pvoz/h	-	pvoz/h	-	-
VA (<)	1	837	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	2	2000	0,419	0,419
VE (>)	1	542	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	2	1960	0,277	0,277
VC (Λ)	2	87	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	1	2000	0,044	0,165
VG (V)	2	324	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	1	1960	0,165	0,165
VB (VLEVO)	3	56	2000	-1,5	0	1,00	12,00	0,06	0,99	1985	1	1985	0,028	0,046
VF (VLEVO)	3	91	2000	0	0	1,00	15,00	0,14	0,99	1972	1	1972	0,046	0,046
VH (VLEVO)	4	253	2000	0	0	1,00	18,00	0,64	0,95	1899	1	1899	0,133	0,133
VD (VLEVO)	4	159	2000	1,5	1,5	0,98	18,00	0,65	0,95	1859	1	1859	0,086	0,086

Vjezd	Y	t _m	I	L	t _{c,opt}	t _c	z	z (zaokr)	z'	c _v	Rez	t _w	ÚKD
-	-	s	s	s	s	s	s	s	s	pvoz/h	%	s	dosažená požadovaná
VA (<)	0,763	8	8	24	151,9	115	49,97	50	51	886	5,58	31,66	B
VE (>)										869	37,61	3,44	A
VC (Λ)		5	5				19,68	20	21	365	76,16	1,77	A
VG (V)										358	9,50	43,56	C
VB (VLEVO)		5	5				5,49	5	6	104	46,15	18,61	A
VF (VLEVO)										103	11,65	120 s	F
VH (VLEVO)		6	6				15,86	16	17	281	9,96	52,53	C
VD (VLEVO)										275	42,18	8,49	A

Tabulka - Výpočty pro 1. variantu

Návrh signálního plánu pro 1. variantu



Obrázek - Návrh signálního plánu pro 1. variantu

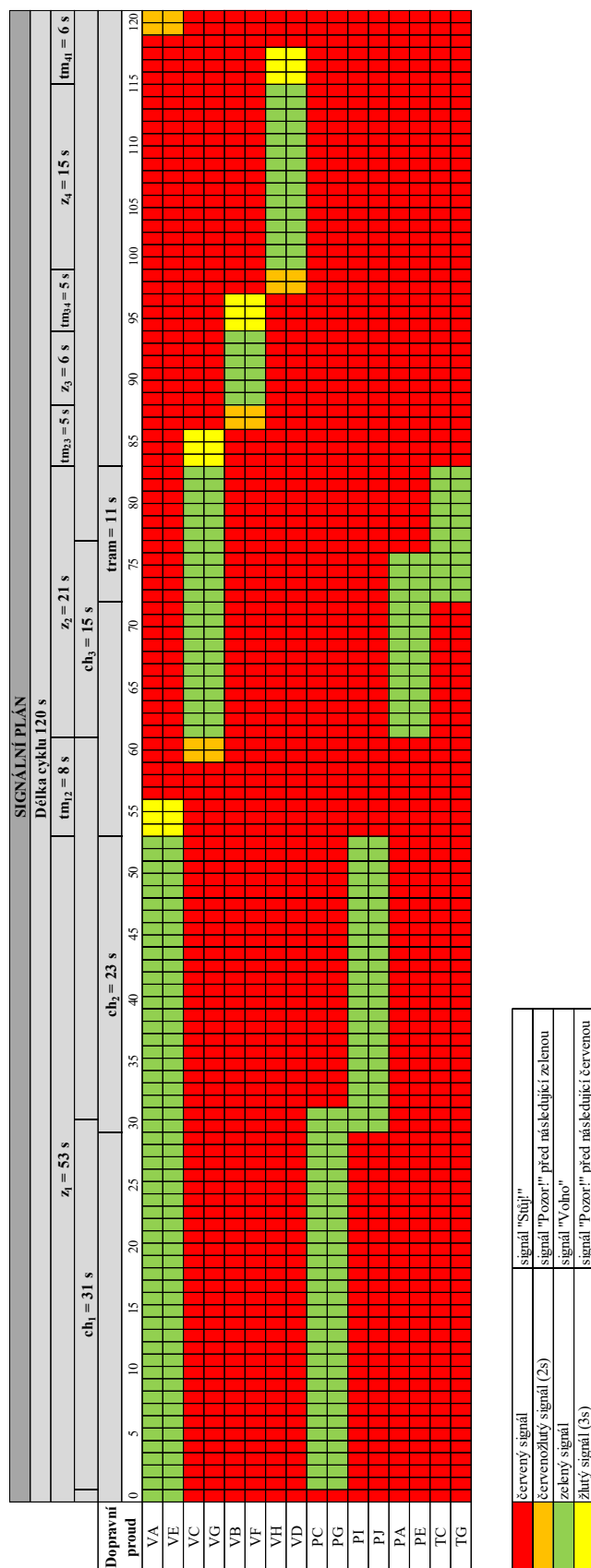
Příloha č.5 – Výpočty a návrh signálního plánu pro 2. variantu

Vjezd	Fáze	I_v pvoz/h	$S_{zákl}$ pvoz/h	sklon %	α	k_{skl}	R	f	k_{obl}	s_i pvoz/h	n_p	s_v	y	max y
-	-	-	-	-	-	-	m	-	-	pvoz/h	-	pvoz/h	-	-
VA (<)	1	837	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	2	2000	0,419	0,419
VE (>)	1	542	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	2	1960	0,277	0,277
VC (\wedge)	2	87	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	1	2000	0,044	0,165
VG (\vee)	2	324	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	1	1960	0,165	0,165
VB (VLEVO)	3	56	2000	-1,5	0	1,00	12,00	0,06	0,99	1985	1	1985	0,028	0,046
VF (VLEVO)	3	91	2000	0	0	1,00	15,00	0,14	0,99	1972	1	1972	0,046	0,046
VH (VLEVO)	4	253	2000	0	0	1,00	18,00	0,64	0,95	1899	1	1899	0,133	0,133
VD (VLEVO)	4	159	2000	1,5	1,5	0,98	18,00	0,65	0,95	1859	1	1859	0,086	0,086

Vjezd	Y	t m	l	L	t c, opt	t c	z	z (zaokr)	z'	c v	Rez	t w	ÚKD
-	-	s	s	s	s	s	s	s	s	pvoz/h	%	s	dosažená požadovaná
VA (<)	0,763	8	8	24	151,9	120	52,72	53	54	895	6,51	26,59	B
VE (>)										877	38,23	3,33	A
VC (\wedge)		5	5				20,76	21	22	367	76,29	1,75	A
VG (\vee)										359	9,75	42,21	C
VB (VLEVO)		5	5				5,79	6	7	116	51,72	13,47	A
VF (VLEVO)		5								115	20,87	49,70	C
VH (VLEVO)		6	6				16,73	15	16	285	11,23	45,38	C
VD (VLEVO)										279	43,01	8,11	A

Tabulka - Výpočty pro 2. variantu

Návrh signálního plánu pro 2. variantu



Obrázek - Návrh signálního plánu pro 2. variantu

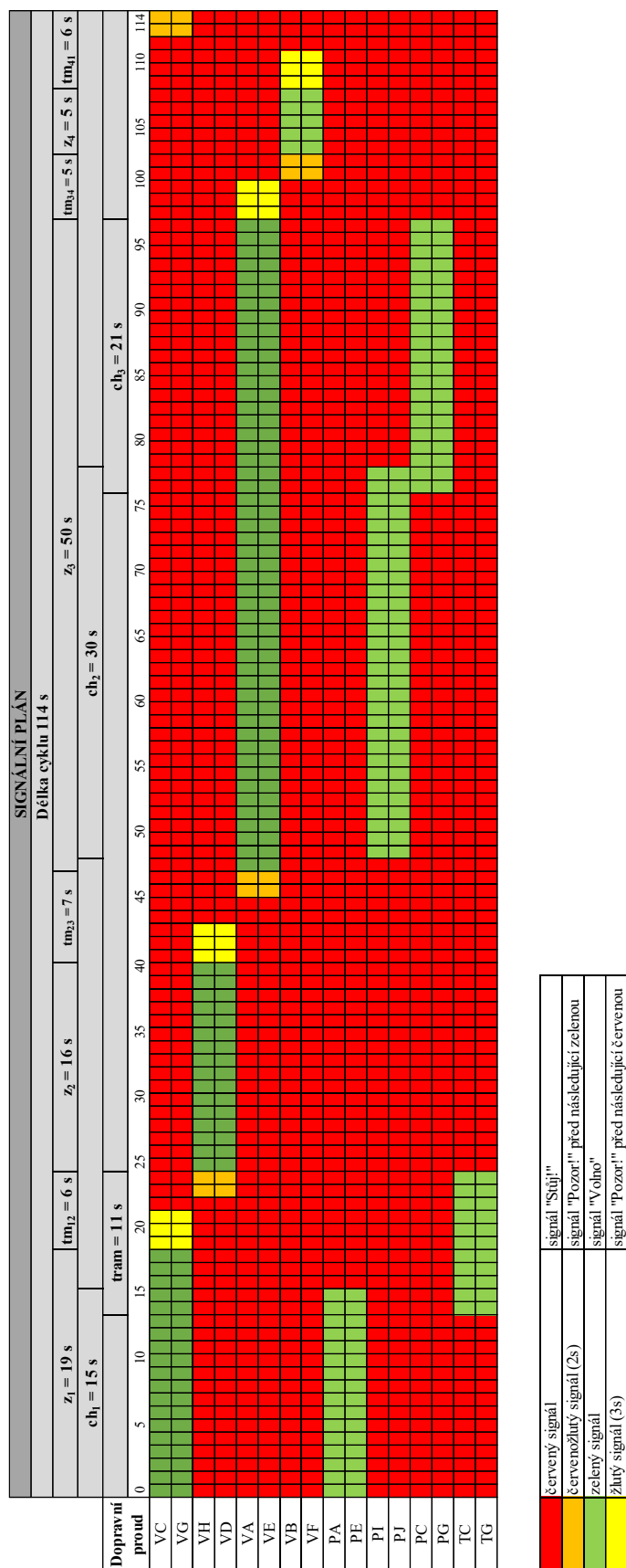
Příloha č. 6 – Výpočty a návrh signálního plánu pro 3. variantu

Vjezd	Fáze	I _v	S _{zákl}	sklon	α	k _{skl}	R	f	k _{obl}	s _i	n _p	s _v	y	max y
-	-	pvoz/h	pvoz/h	%	-	-	m	-	-	pvoz/h	-	pvoz/h	-	-
VC (Λ)	1	87	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	1	2000	0,044	0,165
VG (V)	1	324	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	1	1960	0,165	
VD (VLEVO)	2	159	2000	1,5	1,5	0,98	18,00	0,65	0,95	1862	1	1862	0,085	0,133
VH (VLEVO)	2	253	2000	0	0	1,00	18,00	0,64	0,95	1899	1	1899	0,133	
VA (<)	3	837	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	2	2000	0,419	0,419
VE (>)	3	542	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	2	1960	0,277	
VB (VLEVO)	4	56	2000	-1,5	0	1,00	12,00	0,06	0,99	1985	1	1985	0,028	0,046
VF (VLEVO)	4	91	2000	0	0	1,00	15,00	0,14	0,99	1972	1	1972	0,046	

Vjezd	Y	t m	I	L	t c,opt	t c	z	z (zaokr)	z'	c v	Rez	t w	ÚKD			
-	-	s	s	s	s	s	s	s	s	pvoz/h	%	s	dosažená požadovaná			
VC (Λ)	0,763	6	6	24	151,899	114	19,46	19	20	359	75,77	1,83	A			
VG (V)		7	7				15,69	16	17	352	7,91	53,70	D			
VD (VLEVO)										278	42,81	8,20	A			
VH (VLEVO)		5	5				49,42	49	50	283	10,60	48,72	C			
VA (<)										878	4,67	38,10	C			
VE (>)		6	6				5,43	5	6	860	36,98	3,56	A			
VB (VLEVO)										105	46,67	18,07	A			
VF (VLEVO)										104	12,50	120,00	F			

Obrázek Tabulka - Výpočty pro 3. variantu

Návrh signálního plánu pro 3. variantu



Obrázek - Návrh signálního plánu pro 3. variantu

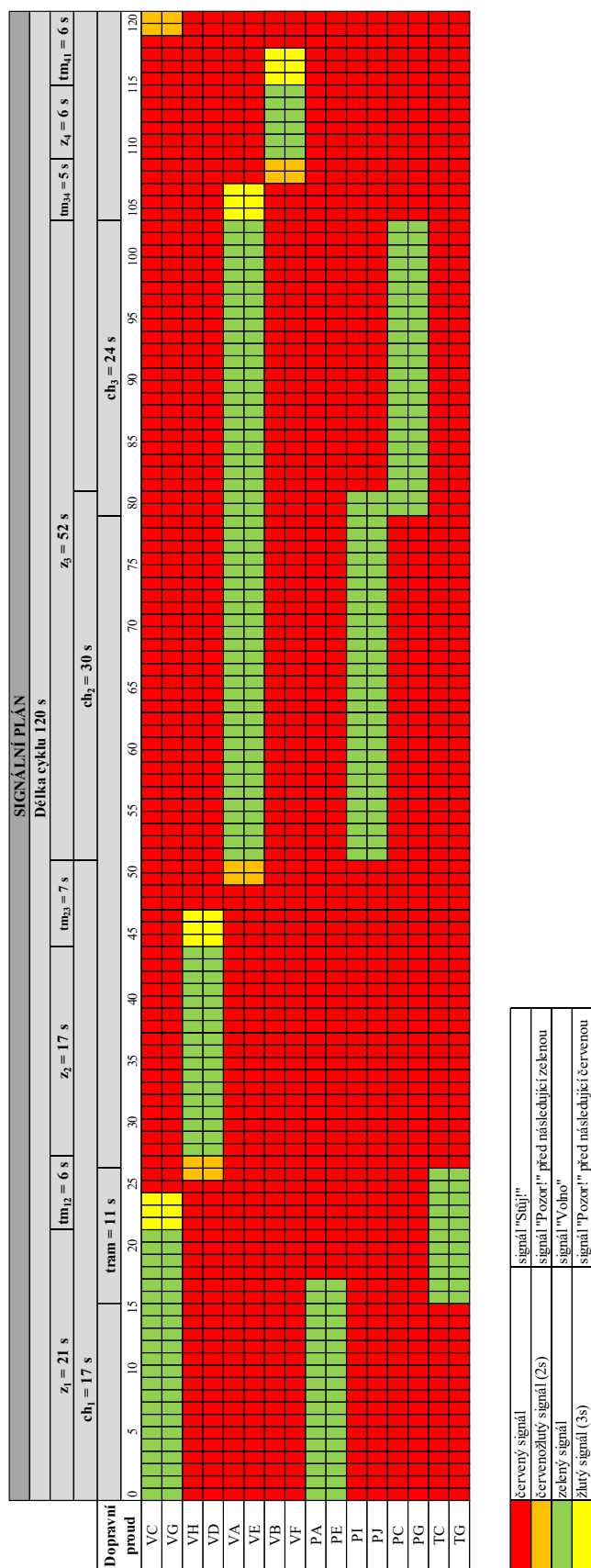
Příloha č.7 – Výpočty a návrh signálního plánu pro 4. variantu

Vjezd	Fáze	I _v	S _{zákl}	sklon	α	k _{skl}	R	f	k _{obl}	s _i	n _p	s _v	y	max y
-	-	pvoz/h	pvoz/h	%	-	-	m	-	-	pvoz/h	-	pvoz/h	-	-
VC (Λ)	1	87	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	1	2000	0,044	0,165
VG (V)	1	324	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	1	1960	0,165	
VD (VLEVO)	2	159	2000	1,5	1,5	0,98	18,00	0,65	0,95	1862	1	1862	0,085	0,133
VH (VLEVO)	2	253	2000	0	0	1,00	18,00	0,64	0,95	1899	1	1899	0,133	
VA (<)	3	837	2000	-1,5	0	1,00	∞	0,00	1,00	2000	2	2000	0,419	0,419
VE (>)	3	542	2000	1,5	1,5	0,98	∞	0,00	1,00	1960	2	1960	0,277	
VB (VLEVO)	4	56	2000	-1,5	0	1,00	12,00	0,06	0,99	1985	1	1985	0,028	0,046
VF (VLEVO)	4	91	2000	0	0	1,00	15,00	0,14	0,99	1972	1	1972	0,046	

Vjezd	Y	t m	l	L	t c,opt	t c	z	z (zaokr)	z'	c v	Rez	t w	ÚKD						
-	-	s	s	s	s	s	s	s	s	pvoz/h	%	s	dosážená požadovaná						
VC (Λ)	0,763	6	6	24	151,899	120	20,76	21	22	363	76,01	1,79	A						
VG (V)		7	7				16,73	17	18	279	43,01	8,11	C						
VD (VLEVO)													D						
VH (VLEVO)		5	5				51,72	52	53	900	7,00	0,40	A						
VA (<)													C						
VE (>)		6	6							882	38,55	3,27	A						
VB (VLEVO)													5,79	6	7				C
VF (VLEVO)										116	51,72	13,47			A				
										115	20,87	48,91	C						

Obrázek Tabulka - Výpočty pro 4. variantu

Návrh signálního plánu pro 4. variantu



Obrázek Tabulka - Návrh signálního plánu pro 4. variantu